



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DEL ÁCIDO
DOCOSAHEXAENOICO (DHA) SOBRE EL MARMOLEADO EN
LA CANAL EN CUYES GENOTIPO MEJORADO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTORA: FANNY ESTEFANIA CAJILIMA CAJILIMA

DIRECTOR: DR. PABLO GIOVANNY RUBIO ARIAS, PhD

CUENCA – ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DEL ÁCIDO
DOCOSAHEXAENOICO (DHA) SOBRE EL MARMOLEADO EN
LA CANAL EN CUYES GENOTIPO MEJORADO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTORA: FANNY ESTEFANÍA CAJILIMA CAJILIMA

DIRECTOR: DR. PABLO GIOVANNY RUBIO ARIAS, PhD

CUENCA – ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Fanny Estefanía Cajilima Cajilima portadora de la cédula de ciudadanía N.º **0106370315**. Declaro ser la autora de la obra: **“Efecto de la suplementación del ácido docosahexaenoico (DHA) sobre el marmoleado en la canal en cuyes genotipo mejorado”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **04 de Enero de 2024**



Firma:

Fanny Estefanía Cajilima Cajilima

C.I. 0106370315

Yo, Pablo Giovanni Rubio Arias, con cédula de identidad N0102938107 certifico que el trabajo de titulación con el tema “Efecto de la suplementación del ácido docosaheptaenoico (DHA) sobre el marmoleado en la canal en cuyos genotipo mejorado” fue desarrollado por Fanny Estefanía Cajilima Cajilima bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:

**PABLO
GIOVANNY
RUBIO ARIAS**

Dr. Pablo Giovanni Rubio Arias, PhD

DIRECTOR.

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarle a mi madre “Sarita”, por el apoyo incondicional durante este largo proceso, ella ha sido una mujer muy valiente y luchadora, que ha sabido sembrar el fruto de la persistencia y la responsabilidad hacia mi persona y en donde se encuentre sé que estará orgullosa de mi persona.

A mi hermana Carmen, por haber confiado en mí y nunca dejarme sola, ella ha sido la base y el apoyo incondicional para terminar mis estudios, sin ella esta meta deseada no se hubiese realizado.

A mi primo Marco, por sus sabios consejos y apoyo, por nunca dejarme sola en los momentos más duros de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por darme fuerza y ánimo para continuar luchando hacia mis sueños, sin su amor y protección incondicional no lo estaría logrando.

A mis hermanos: Klever, Carmen, Luisa y Stalin por estar todos estos años apoyándome y no dejarme sola.

De igual manera le agradezco infinitamente a mi tutor de tesis Dr. Pablo Giovanny Rubio Arias, gracias a su alto conocimiento, enseñanzas y voluntad me ha colaborado gentilmente con la asesoría de mi trabajo de titulación.

Para finalizar, agradezco a los docentes: Ing. Manuel Maldonado, Dr. Santiago Aguilar, por haber aportado cada uno con su formación y experiencia en la rama de Medicina Veterinaria y haber hecho posible que sus conocimientos se plasmen en mi tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	13
1. CAPITULO I	15
1.1. INTRODUCCIÓN	15
1.2. OBJETIVOS	18
1.2.1. OBJETIVO GENERAL:	18
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	18
2. CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. El cuy	19
2.2. Importancia de la especie	19
2.3. Ganancia de peso	19
2.4. Consumo de alimento	19
2.5. Conversión alimenticia	20
2.6. Rusticidad	20
2.7. Importancia de la carne	20
2.8. Viabilidad económica y comercial	20
2.9. Clasificación	20
2.9.1. Por el pelaje	20
2.9.2. Por conformación del cuerpo	21
2.10. Sistemas de crianza	21
2.10.1. Sistema familiar	21
2.10.2. Crianza familiar comercial	21
2.10.3. Sistema comercial tecnificado	21
2.11. Fisiología digestiva	22
2.12. Anatomía del sistema digestivo del cuy	22
2.13. Cecotrofia	22
2.14. Requerimientos nutricionales de los cobayos	23
2.14.1. Energía	23
2.14.2. Proteínas	23
2.14.3. Vitamina C	24
2.14.4. Grasa	24

2.14.5. Fibra	24
2.15. Promotores de crecimiento	25
2.15.1. Genex :	25
2.15.2. Muña:	25
2.15.3. Butirato de sodio:	25
2.16. El Ácido Docosahexaenoico	26
2.16.1. Síntesis Endógena del DHA	26
2.16.2. Beneficios y propiedades del DHA.	27
2.16.3. Composición química	27
2.17. Marmoleado en la carne del cuy	27
2.18. Cuantificación de marmoleado a nivel histológico	27
2.19. Evaluación visual de la cantidad de grasa infiltrada en el interior del músculo del lomo (conocido como BMS, <i>beef marbling score</i>).	28
2.20. Evaluación cortes histológicos en infiltración grasa en cuyes.	28
2.21. Músculo bíceps femoral.	29
2.22. Músculo supraespinoso.	29
2.23. Organización celular del músculo	29
2.24. Tejido adiposo	30
2.25. Distribución de la grasa blanca y parda	30
2.26. Microbiología de la carne del cuy	31
3. CAPITULO III	32
METODOLOGÍA:	32
3.1. Ubicación de la zona de estudio	32
3.2. Materiales	32
3.2.1. Físicos	32
3.2.2. Químicos	33
3.2.3. Biológicos	33
3.2.4. Tecnológicos	33
Laboratorio	33
3.3. Variables	34
3.3.1. Variables dependientes	34
3.3.2. Variables independientes	34

3.4. Población y muestra	34
3.4.1. Distribución de las Unidades Experimentales	34
3.4.2. Identificación y manejo zootécnico	34
3.4.3. Suministro de raciones alimenticias	35
3.4.4. Suministro del Ácido Docosahexaenoico	35
3.5. Diseño de bloques completamente al azar	35
3.6. Técnica de procesamiento de tejidos y observación histológica.	36
3.6.1. Toma de muestras:	36
3.6.2. Acondicionamiento de muestras:	36
3.6.3. Fijación del tejido:	36
3.6.4. Corte procesamiento y tinción del tejido:	36
3.6.5. Técnica de observación:	36
4.1. Análisis de varianza:	37
4. CAPITULO IV	38
RESULTADOS	38
4.1. Análisis de los parámetros productivos	38
4.1.1. Consumo de alimento (g)	38
4.1.2. Incremento de peso (g)	38
4.1.3. Conversión alimenticia	38
4.1.4. Peso a la Canal	39
4.4. Resultados cortes histológicos frente a los animales	43
5. CAPITULO V	46
DISCUSIÓN	46
6. CONCLUSIONES	49
7. RECOMENDACIONES	50
8. BIBLIOGRAFÍA	51
9. ANEXOS	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estándar de marmoleo	28
Figura 2: Grasa distribuida en roedor	30
Figura 3: Mapa del Cantón Paute	32
Figura 4: Representación de los resultados cortes histológicos	45

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentajes nutricionales	23
Cuadro 2: Porcentaje de grasa y proteína del cuy frente a otras especies.....	31
Cuadro 3: Distribución de las unidades experimentales en cada tratamiento.	35
Cuadro 4. Análisis del consumo de alimento semanal (g)	40
Cuadro 5. Incremento de peso semanal (g).....	41
Cuadro 6. Conversión alimenticia semanal.....	42
Cuadro 7. Cortes histológicos frente a los animales	43

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Desinfección del galón.....	60
Anexo 2. Alimentación en base al peso vivo	60
Anexo 3. Toma de muestras de los músculos	61
Anexo 4. Peso a la Canal.....	61
Anexo 5. Obtención de muestras: músculo supraespinoso y bíceps femoral .	62
Anexo 6. Acondicionamiento de las muestras	62
Anexo 7. Toma de medidas de la muestra	63
Anexo 8. Corte de la muestra	63
Anexo 9. Preparación de muestras.....	64
Anexo 10. Rotulación de muestras	64
Anexo 11. Observación microscópica	65
Anexo 12. Ausencia de adipocitos en el tejido.....	65
Anexo 13. Escasos Adipocitos en la muestra	66
Anexo 14. Escasos adipocitos visualizados microscópicamente	66
Anexo 15. Análisis bromatológico del balanceado	67
Anexo 16. Análisis bromatológico de la alfalta.....	68

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación del Ácido Docosahexaenoico (DHA) sobre los parámetros productivos y el impacto sobre el marmoleado en la canal en cuyes genotipo mejorado. Para ello, se trabajó con un total de 72 cuyes hembras de 25 días de edad, con un peso promedio inicial de $450 \text{ g} \pm 30 \text{ g}$ al inicio del experimento. Fueron distribuidos en tres tratamientos diferentes, con 3 repeticiones (8 cuyes por repetición), T0 (sin DHA), T1 (0,5% DHA), T2 (1% DHA) y sometidos a un período de adaptación de 15 días, el estudio duró aproximadamente 13 semanas. Las variables evaluadas incluyeron parámetros productivos (peso, consumo de alimento y conversión alimenticia), y el porcentaje de infiltración grasa en los músculos Supraespinoso y Bíceps Femoral. Los resultados de los parámetros productivos no muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos; en cuanto al consumo de alimento total; el T0 alcanzó un consumo promedio de 512.72 g MS/semana/cuy. El mayor incremento de peso lo registró el T0 con un peso promedio de 105.38 g/cuy. En cuanto a la conversión alimenticia acumulada se registró en el T0 (5.84), T1 (6.07), T2 (5.82). Con respecto a la infiltración grasa, no existió un alto contenido de adipocitos entre las fibras musculares evaluadas; Se observaron pocos adipocitos en los tratamientos que incluyeron DHA (T1 0.5% y T2 1%). En el T0 la infiltración fue nula. Concluyendo que la adición de DHA no tuvo un impacto dentro de los parámetros productivos y el marmoleo.

Palabras clave: Ácido Docosahexaenoico, parámetros productivos, marmoleado, cuyes, dieta, tratamientos.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of Docosahexaenoic acid (DHA) supplementation on productive parameters and the impact on carcass marbling in improved genotype guinea pigs. For this purpose, a total of 72 female guinea pigs of 25 days of age, with an average initial weight of $450 \text{ g} \pm 30 \text{ g}$ at the beginning of the experiment, were used. They were distributed in three different treatments, with three replicates (8 guinea pigs per replicate), T0 (without DHA), T1 (0.5% DHA), and T2 (1% DHA); they were subjected to an adaptation period of 15 days; the study lasted approximately 13 weeks. The variables evaluated included productive parameters (weight, feed intake, and feed conversion) and the percentage of fat infiltration in the Supraspinatus and Biceps Femoris muscles. The results of the productive parameters did not show significant differences ($p < 0.05$) between treatments; as for total feed consumption, T0 reached an average consumption of $512.72 \text{ g DM/week/quy}$. T0 recorded the highest weight gain with an average weight of 105.38 g/cuy . The accumulated feed conversion was recorded in T0 (5.84), T1 (6.07), and T2 (5.82). Concerning fatty infiltration, there was no high adipocyte content among the muscle fibers evaluated; few adipocytes were observed in the treatments that included DHA (T1 0.5% and T2 1%); the infiltration was null in T0. It was concluded that the addition of DHA did not impact productive parameters and marbling.

Keywords: Docosahexaenoic acid, production parameters, marbling, guinea pigs, diet, treatments.

1. CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cobayo (*Cavia porcellus*) es un animal con alta demanda de consumo en el Ecuador, especialmente en la Sierra, ya que representa una fuente económica para los productores, al ser un roedor, su dieta principal es el forraje, el cual debe ser suministrado junto con un balanceado para suplir todas las necesidades energéticas que requiere esta especie. El mercado para la comercialización del cuy, busca un rendimiento de carcasa con pesos sobre los mil gramos; es aquí donde todos los planes de mejoramiento genético y nutricional apuntan como objetivo llegar al peso de canal indicado a una edad de beneficio cada vez menor (Acurio, 2010).

En relación a la práctica de crianza de cuyes en Ecuador en su mayoría se la realiza de forma empírica, sin tener conocimientos técnicos, siendo parte de la economía de varias familias que adaptan sus hogares para su crianza y comercialización (Chulca & Gomez, 2014).

En cuanto a su alimentación no se utiliza balanceados ni alimentos específicos como otros animales objeto de crianza comercial, los productores ocupan alimento a base de forrajes verdes, alfalfa, kikuyo, caña de azúcar, retamas, totoras y otras especies acuáticas, teniendo como resultado cuyes con baja conversión alimenticia y ganancia de peso, mayores tiempos de crianza, escasez de alimento en épocas de sequía, entre otras asociadas (Tubón, 2014).

En esta investigación se describe también la falta de conocimiento en la crianza y producción de cuyes con protocolos de calidad, aplicando conocimientos técnicos y alimentación balanceada. El productor desconoce las estrategias para mejorar la calidad de la carne en cuyes es por eso que se ha optado por utilizar el DHA como fuente de alimentación para lograr que la carne de los cobayos obtenga un porcentaje de infiltración alto y las características organolépticas se vean reflejadas.

En Ecuador existe un promedio de 21 millones de cobayos debido a su constante prolificidad, anualmente se producen 47 millones de cuyes para la venta y el consumo familiar, a nivel de la provincia del Azuay, la producción de este animal es de 1.66,998 ejemplares anuales (INEC, 2017); siendo unas de las actividades de sustento familiar de la región andina ecuatoriana específicamente en las zonas rurales, para esta práctica la cual es realizada de forma empírica es necesario que los productores

cuenten con los conocimientos técnicos para mejorar las condiciones y productividad de sus criaderos tales como alimentación y sanidad (Moreta, 2017).

En alimentación de cobayos se han probado y reportado múltiples investigaciones de nutrientes y dietas que permiten un desarrollo corporal y una ganancia de peso (Avilés et al., 2016); en el presente estudio se busca verificar los efectos que tienen los Ácidos Docosahexaenoico (DHA) suministrados a los gazapos *post* destete como suplemento para mejorar su desarrollo corporal y sus parámetros productivos.

El ácido docosahexaenoico es un ácido graso poliinsaturado, químicamente denominado un ácido carboxílico, su fuente principal de origen es el pescado y algas. Son propicios para el adecuado desarrollo del sistema nervioso y para la prevención de enfermedades cardiovasculares; La dieta del hombre y de los animales depende de alimentos ricos en omega- 3 ya que no sintetizan los enlaces dobles de ácidos grasos 3. Es recomendable que en una dieta rica en nutrientes a diario sea de 1.5 g de omega-3; Este suplemento también puede utilizarse en la dieta de los animales para obtener una carne con altos nutrientes (Valenzuela et al., 2013).

En los estudios realizados en la carne del cuy se encuentran nutrientes ricos en grasas, proteínas y ácidos grasos esenciales muy pocos. Los ácidos grasos en los cuyes son escasos a comparación con otros animales, por ello es que se conoce que una dieta suplementada con DHA puede ser importante para mejorar la salud del animal ya que su aporte beneficia principalmente a la ganancia de peso, eficiencia del sistema digestivo y aporta un equilibrio en la flora digestiva y alto rendimiento de grasa (Huamaní et al., 2016).

Dentro de los cuales se ha adaptado una de las primeras técnicas de marmoleo en canales para observar porcentajes de infiltración microscópica de tejido graso en tejido muscular en los cuyes, entre ellas está la técnica visual, la cual se ha utilizado a nivel mundial por la industria cárnica, pero de manera macroscópicamente, en la mayoría de las especies de producción especialmente en bovinos y cerdos (Vaisman et al., 2015).

La investigación para determinar el efecto de la suplementación del (DHA) sobre los parámetros productivos en cuyes se justifica desde la naturaleza única de la

temática misma que no se ha abordado en forma específica en Ecuador, y tampoco en otros , teniendo un efecto positivo en relación a que los resultados que se obtengan servirán de línea base para que productores de cuyes en la región andina de Ecuador incrementen sus conocimientos en crianza y producción de cuyes (Sánchez et al ., 2014).

Por tanto, su consumo se considera dentro de una dieta saludable (Chela, 2015).

La investigación del autor Guevara (2016) con el objetivo de obtener una carne ricas en ácidos grasos omega-3, utilizando el aceite de pescado y combinando las semillas de sachá inchi, se efectuó mediante la investigación experimental donde se tuvo como resultado de una muestra de 48 cuyes a los cuales se aplicó 4 tratamientos con 3 repeticiones durante 28 días, en la carne que se administró aceite de pescado disponía de 1.36 de Ácidos Grasos omega-3 específicamente 0.63% EPA: ácido eicosapentaenoico + 0.73% DHA: ácido docosahexaenoico y la carne de cuy al que se suministró aceite de pescado combinado con sachá inchi tuvo 0.99% de omega-3 de cadena larga específicamente 0.44% EPA + 0.55% DHA. Concluyendo que la dieta con sachá inchi sobresalió con un alto nivel de ácidos grasos poliinsaturados.

Por otro lado, se encuentra el estudio para determinar consecuencias realizado por el autor Alzamora (2020) donde en tratamiento térmico en el perfil de ácidos grasos , el PH, la oxidación de lípidos y la flora de microorganismo en la carcasa del cuy, en el que el ácido docosahexanoico y el ácido clupanodónico aumentaron la concentración en la muestra esterilizada con un peso de 7.3 y 22.5 mg/100 g, concluyendo que al existir oxidación de lípidos en la muestra esterilizada y pasteurizada, la calidad microbiológica de la carne será alta. Por tanto, su consumo se considera dentro de una dieta saludable (Chela, 2015) .

Este estudio pretende verificar si la suplementación del (DHA) favorecerá el proceso de producción de un mayor porcentaje de tejido graso o marmoleado en la canal (músculo supraespinoso y músculo bíceps femoral) de cuyes genotipo mejorado.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Determinar el porcentaje de marmoleado de la canal de cuyes genotipo mejorado (músculo supraespinoso y músculo bíceps femoral), suplementados con ácido docosahexaenoico (DHA).

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer el efecto de la dieta con DHA en los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia) en cuyes genotipo mejorado.
- Cuantificar el porcentaje microscópico de marmoleado en la canal de cuyes suplementados con la dieta DHA, mediante la técnica de evaluación histológica.

2. CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. El cuy

Animal herbívoro que se origina en la Zona Andina de América del Sur, abastece la productividad y a la alimentación de la población rural de pequeñas y medianas familias. En Ecuador, especialmente en la Sierra existen alrededor de 4 804614 de cuyes los cuales son considerados como un producto de alto valor nutricional (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria, 2015).

2.2. Importancia de la especie

El consumo de cuy tiene un origen desde las culturas preincas Vicús y Paracas, donde los índices de desnutrición fueron contrarrestados con el consumo de este animal, como consecuencia de la migración de los pobladores de las zonas Andinas la carne de este herbívoro roedor se expandió por todo el sur de América; una de las especies con alta presencia e importante en la nutrición de los pobladores (Avilés et al., 2016).

2.3. Ganancia de peso

En cuanto a la ganancia de peso, es un factor crucial y está vinculado a la dieta proporcionada a los cuyes, así como a su genética. Hay varios estudios que indican que, en cuyes de la raza Perú, el peso promedio al final de las ocho semanas de edad es de 1046 gramos, con una ganancia diaria promedio de peso de 16.9 gramos (Chauca et al., 2005).

2.4. Consumo de alimento

Después del destete, se observa un aumento del 25,3 por ciento en el consumo de alimento de la primera a la segunda semana. Este incremento se atribuye al hecho de que los animales en crecimiento gradualmente consumen más alimento. La información disponible sobre el consumo de alimento en cuyes es variada, con registros que indican que los cuyes machos de la Línea Perú consumen aproximadamente 51.3 gramos de materia seca (MS) al día, ya las ocho semanas de edad han ingerido un total de alrededor de 2153 gramos de MS (Asato, 2005).

2.5. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es la proporción entre la cantidad de comida consumida y el aumento de peso. Por lo tanto, cualquier factor que afecte estas variables tendrá un impacto en este aspecto. Los datos disponibles muestran notables disparidades. Se indica que los cuyes machos de la raza Perú tienen una conversión alimenticia de 3.03 (Chauca et al., 2005).

2.6. Rusticidad

El herbívoro resiste a factores ambientales y a cualquier tipo de sistema, dado que no es indispensable un calendario de vacunación dentro en la producción, a pesar de esto no es inmune a las enfermedades (Vivas, 2013).

2.7. Importancia de la carne

Según (Avilés et al., 2014) las características más importantes en cuanto a la carne contienen altos niveles de proteínas y bajo en grasa, así como bajos niveles de colesterol en la carne. Además, contiene la enzima llamada Asparaginasa, ya que sus características son antineoplásicas, ácidos grasos, importante para el desarrollo del sistema nervioso y el sistema inmune.

2.8. Viabilidad económica y comercial

En la actualidad existe una alta demanda, que demuestra un abasto económico para los países del sur de América. Una de las ventajas es la productividad ya que puede realizarse de forma moderada, abarcando un margen de utilidad alto (Montes, 2012).

2.9. Clasificación

2.9.1. Por el pelaje

(Vivas, 2013) menciona que los cuyes de pelaje tipo 1 (lacio) se caracterizan por presentar un remolino en la frente y son aptos para la producción de carne, los tipo 2 (crespo) son de pelo lacio y corto en forma de rosetas, los cuales se distribuyen a nivel de todo el cuerpo, tipo 3 (landosos), no son recomendables para la producción de carne y son de bajo rendimiento, tipo 4 (erizados), son de rara apariencia, con el pelo ensortijado, presentan un abdomen grande.

2.9.2. Por conformación del cuerpo

Tipo A

Hace referencia a cuyes mejorados, con una profundidad, longitud y ancho exacto. Marcan la diferencia gracias al desarrollo muscular que está fijado sobre una buena base ósea. Son cuyes de temperamento dócil, aptos para el manejo y conversión alimenticia (Sarria et al.,2020)

Tipo B

Se relacionan los cuyes de conformación angulosa, su cuerpo es poco profundo y no desarrollan la musculatura adecuadamente. La cabeza es alargada y de forma triangular. Son de temperamento nervioso, lo que hace que no ganen un peso correcto y se dificulte el manejo (Chauca, 2017).

2.10. Sistemas de crianza

2.10.1. Sistema familiar

Predomina en las comunidades Rurales del Ecuador, la alimentación generalmente se basa en los forrajes, residuos de cocina y cosecha, no es un sistema para comercialización sino para consumo familiar ya que no hay en adecuado manejo en la reproducción, crecimiento y engorde (INIA, 1994).

2.10.2. Crianza familiar comercial

Presenta oportunidades económicas, se mantiene un número de 500 cuyes aproximadamente, está manejado con técnicas para las crías. Los cuyes son seleccionados por edad, sexo y el tipo. Existe mantenimiento de pastos y algunos casos se administra balanceado (Usca et al., 2022).

2.10.3. Sistema comercial tecnificado

Enfocado a la producción de carne con el fin de obtener ingresos económicos, la infraestructura, alimentación, comercialización, sanidad son más tecnificados, la clase que se utiliza en este sistema es cuy peruano con alta conformación para la canal. El ambiente es protegido para evitar los ingresos de depredadores, los animales son separados por sus etapas y tipos, hay un control de ectoparásitos, la alimentación consta de forraje adicional con suplementos nutritivos (Castro, 2002).

2.11. Fisiología digestiva

El sistema digestivo del cuy tiene la función de absorción, metabolismo y procesos de digestión, son animales monogástricos, mastican el alimento hasta que esté totalmente descompuesto para dar inicio a la digestión enzimática, luego pasa al intestino delgado, la digestión se da en el duodeno ya que existe secreción de la bilis y ayuda a una degradación completa de las grasas, adicional a ello el jugo pancreático ayuda a que las proteínas, grasas y carbohidratos se digieran correctamente (Calderón y Cazares, 2008).

En el intestino delgado se da la mayor parte de absorción de nutrientes, y la ingesta final en el Íleon, los alimentos de 0.5 cm de grosos pasan al ciego y se digieren gracias a la fermentación de bacterias. Los alimentos de mayor tamaño terminan en el colon. Gracias al ciego se aprovecha la fibra y se puede reutilizar el nitrógeno, esto sucede cuando se administra bajas raciones de proteína ya que el ciego abastece el 50% de la capacidad del abdomen (Iza, 2020).

2.12. Anatomía del sistema digestivo del cuy

El sistema digestivo del cuy está conformado por la boca, esófago, estómago, intestino delgado, hígado, páncreas, intestino grueso, colón, recto, ano. En la parte de la boca se encuentran los dientes, los cuales trituran el alimento que se mezcla con la saliva (León & Abad, 2020).

El estómago se caracteriza por tener una musculatura frágil y está compuesta por fibras musculares de tipo liso, en donde actúa como reservorio del alimento. Al mezclarse las secreciones a través de un vaciamiento pausado, controla el paso del quimo al intestino delgado para la digestión y absorción (Mantilla et al., 2020).

2.13. Cecotrofia

Es una actividad que lo generan el 30% de los cuyes como una actividad biológica, el porcentaje varía según la dieta que se administre. Para que las heces puedan ser consumidas deben ser pequeñas y blandas y que se originen del ciego. Luego el cuy consume las heces que están en el ano. Los gazapos pueden tomar las heces de la madre, para ello el intestino debe estar poblado con estabilizante de la flora bacteriana (Calderón & Cazares, 2008).

2.14. Requerimientos nutricionales de los cobayos

Proteína	18 %
Energía	3000 kcal/kg
Fibra	10 %
Calcio	0,8 - 1 %
Fósforo	0,4 - 0,7%
Grasa	3 a 5 %
Agua	10 a 15 %

Cuadro 1. Porcentajes nutricionales

Fuente (Corpoica, 1996).

El agua es vital para los cuyes, ya que controla la temperatura corporal, ayuda en el transporte de nutrientes, es el componente importante en la participación en numerosas reacciones químicas y el mantenimiento de la integridad de las células del cuerpo. Debido a que aproximadamente el 60 al 70% del cuerpo de un animal consiste en agua, su suministro se convierte en un aspecto de vital importancia. Los cuyes deben disponer de agua en todas las etapas y debe administrarse forraje fresco (Escalante y Escobar, 2018).

2.14.1. Energía

Sirve como fuente de mantenimiento para el adecuado funcionamiento del metabolismo en las fases de crecimiento y reproducción, se encuentran en los carbohidratos, principalmente en alimentos de origen vegetal como son las gramíneas; estas ingresan como energía bruta para luego dividirse en energía digestible, metabolizada y neta y gracias a ello pueden desarrollarse los cuyes en etapas de crecimiento, engorde, reproducción, gestación y lactancia (Ordóñez, 2016).

2.14.2. Proteínas

El autor (Chauca, 2017) menciona los requerimientos de proteínas para los cuyes en gestación alcanzan un 18%, y en lactancia aumentan hasta un 22%; las proteínas son un componente fundamental en la mayoría de los tejidos del organismo, y su aporte es esencial para la formación de estos tejidos, destacando la importancia de la calidad de las proteínas consumidas en lugar de simplemente la cantidad. Además, es crucial suministrar aminoácidos esenciales a los animales monogástricos a través de diversos recursos, ya que estos no pueden ser sintetizados internamente.

En el caso de cobayas mantenidas en entornos de investigación (biotérios), se establece un requerimiento de proteínas del 20%. Sin embargo, este valor aumenta a un rango de 30 a 35% cuando se utilizan proteínas simples, como la caseína o la soya, a menos que se realice una mejora en estas fuentes proteicas mediante la adición de aminoácidos (Barreros, 2017).

2.14.3. Vitamina C

La mayoría de los animales son capaces de producir ácido *L-ascórbico* por sí mismos. No obstante, las cobayas presentan una carencia genética en la enzima *L-gulonolactona oxidasa*, encargada de la síntesis de vitamina C. Por lo tanto, las cobayas dependen de su dieta para satisfacer sus necesidades diarias de vitamina C (Córdova, 2019).

2.14.4. Grasa

Las grasas desempeñan un papel importante al proporcionar al cuerpo ciertas vitaminas, al mismo tiempo que mejoran la absorción de las proteínas. Entre las grasas presentes en la dieta de las cobayas, las de origen vegetal son las más significativas. Sin embargo, es importante destacar que, si estas grasas vegetales se exponen al aire libre o se almacenan durante un período prolongado, tienden a oxidarse con facilidad, lo que provoca un olor y sabor desagradables que lleva a que las cobayas rechacen su consumo. Por lo tanto, al formular alimentos concentrados que contienen grasa de origen animal, es necesario incorporar antioxidantes (Chela, 2015).

2.14.5. Fibra

La fibra cruda consiste principalmente en carbohidratos estructurales de origen vegetal, como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, que es una sustancia de baja digestibilidad y se encuentra en la parte fibrosa de los tejidos vegetales. En el caso de animales monogástricos, la fibra cruda tiene un valor nutricional bajo y variable. Sin embargo, en los rumiantes, su valor también es variable y se utiliza en menor medida en comparación con los monogástricos (Maldonado, 2013).

2.15. Promotores de crecimiento

Los promotores son antibióticos que se incorporan al alimento en cantidades reducidas (entre 2 y 100 partes por millón) con el propósito de mejorar el rendimiento del animal. La efectividad de esta mejora será más notable en animales jóvenes y en condiciones de manejo desfavorables, como la falta de comederos, altas densidades de población y condiciones de temperatura extrema, entre otros factores (Prabakar et al., 2023).

2.15.1.Genex :

Es una mezcla compuesta por ácidos orgánicos de cadena corta y extractos de diversas plantas, principalmente sus aceites. Estos componentes confieren a GENEX la capacidad de actuar como un estimulante de crecimiento de origen orgánico. Esto se debe a la acción bactericida de los ácidos orgánicos y sus sales, así como a la mejora en la absorción intestinal de nutrientes proporcionada por los aceites esenciales presentes en la fórmula. Estas propiedades desempeñan funciones similares a las que podrían cumplir compuestos químicos como antibióticos, enzimas, coccidiostatos, probióticos, entre otros (OPTIVITE, 2015).

2.15.2. Muña:

El empleo de la muña (*Mithostachys mollis*) y otras plantas se ha incrementado recientemente como agentes promotores de crecimiento en la alimentación animal, actuando de manera similar a fitobióticos. Estas plantas se suministran en la dieta animal en forma de aceites esenciales y como forraje, abarcando diversas especies de interés zootécnico. Existe un creciente interés en el uso de plantas nativas medicinales, como el orégano, yacón, eucalipto, aceite de copaiba, llantén, entre otras, con el propósito de funcionar como promotores de crecimiento y nutracéuticos (Pawer et al., 2018).

2.15.3.Butirato de sodio:

La acción del butirato en la proliferación celular intestinal puede estar relacionada probablemente con un aumento en la disponibilidad de un sustrato energético. Estudios realizados en ratas, borregos y humanos han identificado el butirato, seguido por el acetoacetato, la glutamina y la glucosa, como fuentes energéticas prioritarias.

Además, investigaciones in vivo han demostrado la capacidad del butirato para acidificar el tracto digestivo. Es importante destacar que el butirato puede cambiar su forma de disociada a no disociada según el pH del medio, lo que lo convierte en un efectivo agente antimicrobiano (Vallejos et al., 2015).

2.16. El Ácido Docosahexaenoico

El DHA es un ácido graso poliinsaturado de cadena larga, ya que posee seis dobles enlaces, es el ácido con mayor porcentaje de insaturación en el organismo, se concentra principalmente en las membranas celulares y está presente en los alimentos de origen marino (algas, mariscos, pescados y en algunos animales mamíferos); presenta múltiples propiedades que evidencia evolución en los seres vivos, principalmente en el crecimiento y fisiología (Valenzuela et al., 1993)

Hay que tomar en cuenta que la dieta aceites vegetales tales como maravilla y maíz, pero pueden inhibir endógenamente la formación de ácidos grasos omega-3, entre ellos está en EPA y el DHA, cuya consecuencia es motivo de estudio hoy en día ya que la dieta occidental aporta principalmente ácidos grasos omega-6 y muy poco omega-3 (Domenichiello et al., 2015).

2.16.1. Síntesis Endógena del DHA

Los seres vivos a excepción de los felinos, tienen la capacidad de producir DHA a partir del precursor denominado ácido alfa-linolénico (LNA), esto ocurre gracias a las enzimas elongasas y desaturasas, las cuales aumentan la cadena de carbonos e introducen nuevos enlaces a los ácidos grasos precursores, todo este proceso está dado en el retículo endoplasmático celular. Luego el LNA realiza desaturaciones y elongaciones que se transforman en el ácido eicosapentaenoico (EPA) y consiguiente a ello en DHA; pero el proceso de síntesis no es directo ya que el EPA entra en un proceso de retroconversión y el C24:6 es beta-oxidado parcialmente a DHA y queda disponible para su utilización metabólica, incorporándose a los fosfolípidos los cuales forman las membranas celulares (Valenzuela et al., 1993)

La síntesis del DHA es un proceso interdependiente de la sinterización de los ácidos omega- 6. Los precursores LA y LNA compiten por las mismas cantidades enzimáticas, pero estas enzimas tienen mayor inclinación hacia los ácidos grasos

omega-3 que por los omega-6 por lo cual se necesitan cantidades mayores en los requerimientos del organismo (Domenichiello et al., 2015).

2.16.2. Beneficios y propiedades del DHA.

Los felinos pueden lograr su máximo potencial de desarrollo corporal al recibir en su dieta constituyentes celulares esenciales que no son producidos internamente y, por lo tanto, deben ser suministrados a través de la alimentación. Son suplementos nutricionales esenciales cuando se trata de promover la función de la cadera y las articulaciones de los cachorros (Hill's Pet Nutrition, 2018). Muy útiles en la terapia nutricional de muchas enfermedades por sus efectos antiinflamatorios, alta palatabilidad, mejoran el perfil lipídico (reduce la concentración de triglicéridos en sangre) (Segura, 2021) .

2.16.3. Composición química

La estructura espacial semeja es de forma helicoidal, parecida al de las proteínas o al del DNA y su punto de fusión es muy bajo, inferior a -20°C. Características que le otorgan importantes propiedades físico - químicas a nivel biológico (Valenzuela & Nieto, 2001)

2.17. Marmoleado en la carne del cuy

Es la cantidad de grasa intramuscular en la zona del “ojo bife”. Unas de las características que sobresalen es que actúa como un indicador doble, tanto cuantitativo como cualitativamente. El contenido en abundancia indica calidad y jugosidad de la carne, pero también se limita ya que el aumento en los niveles de marmoleo denota una baja proporción en el porcentaje de carne magra a nivel de la canal (Robaina, 2012).

2.18. Cuantificación de marmoleado a nivel histológico

La calidad de la carne se basa en la evaluación de todos los factores que contribuyen a su palatabilidad. Dentro de esto se encuentra la distribución del marmoleado que tiene la carne a nivel histológico. Para poder cuantificar la grasa intramuscular es necesario dividirla en subunidades. La carne de cuy tiene una característica magra con un porcentaje de grasa menor al 10%, siendo esta, una cuantificación más específica en cuanto a la concentración de grasa a nivel histológico en esta especie (Flores et al., 2017).

2.19. Evaluación visual de la cantidad de grasa infiltrada en el interior del músculo del lomo (conocido como BMS, *beef marbling score*).

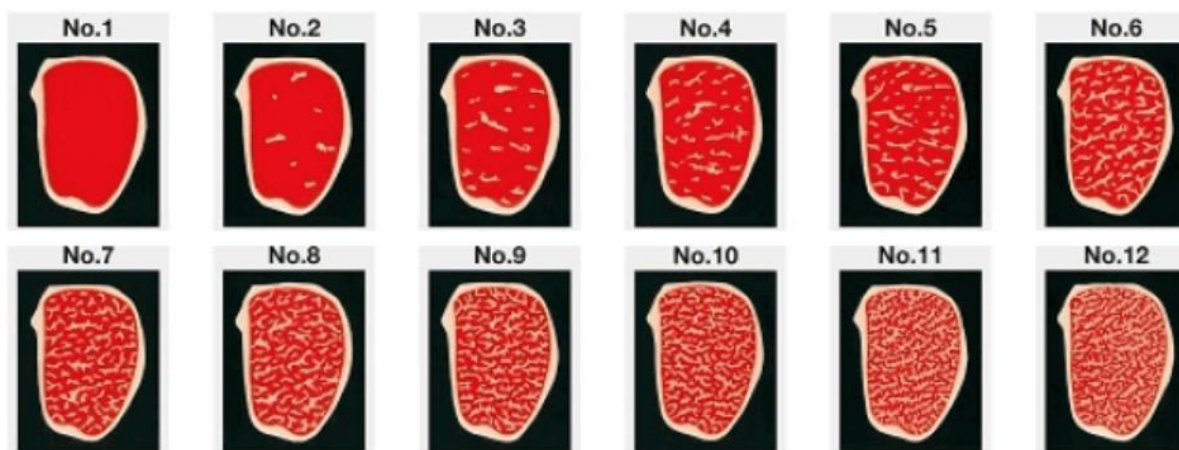


Figura 1: Estándar de marmoleo

Fuente: (Japan Meat Grading Association , 2000)

El marmoleo de la carne se clasifica en 12 niveles. El nivel uno es calificado con un punto, el nivel dos con dos puntos, mientras que los niveles tres y cuatro reciben tres puntos cada uno. Los niveles cinco y siete son calificados con cuatro puntos, y los niveles que van del ocho al doce reciben cinco puntos. (Contexto ganadero, 2023)

Cabe destacar que este protocolo está dado como referencia en bovinos con la técnica visual de forma macroscópica ya que no existen estudios en cuyes sobre el marmoleado con dicha técnica, pero esta técnica lo hemos logrado adaptar de forma microscópicamente para ser más específicos al momento de contar los adipocitos entre las fibras musculares de los cobayos.

2.20. Evaluación cortes histológicos en infiltración grasa en cuyes.

En cuanto a la evaluación de cortes histológicos se describe que para tener una adecuada técnica los cortes deben tener entre 3 a 5 micras, como micrótomos de rotación o deslizamiento. Para el proceso de evaluación se tiene en específico pasos como la inspección, calibración, descripción, determinación y la identificación de los cortes en función de la infiltración de grasa que se determine en los cuyes (Vargas y Chauca, 2006).

2.21. Músculo bíceps femoral.

Representa mayor contenido de la masa cárnica del muslo. Se ubica en la región caudal del muslo y se origina en la zona de la tuberosidad isquiática. Su inserción varía siendo en el caso de la articulación de la rodilla, la tibia y la tuberosidad del calcáneo (García et al., 2016).

2.22. Músculo supraespinoso.

En un músculo de gran volumen y fácil acceso, se clasifica en un músculo fusiforme, con un origen aponeurótico y una inserción con un tendón que presenta dos porciones bien definidas anatómicamente (Cámara, 2014).

En el cuy (*Cavia porcellus*), la escápula presenta una característica distintiva: una espina que divide este hueso en dos fosas. La fosa supraespinosa, ubicada en la parte superior de la espina, es más pequeña y alberga al músculo supraespinoso. Este músculo, esencial para la abducción inicial del hombro, juega un papel crucial en la movilidad y estabilidad del miembro anterior del cuy. Su estudio es importante no solo para entender la anatomía de esta especie, sino también para aportar conocimientos en el campo de la investigación biomédica. (Pasquel, 2017).

2.23. Organización celular del músculo

En los cobayos, la organización celular de los músculos esqueléticos muestra características específicas que son cruciales para su función y adaptabilidad. Cada fibra muscular esquelética en estos roedores es una célula multinucleada, alargada y cilíndrica, que se extiende a lo largo de toda la longitud del músculo. Dentro de estas fibras, la disposición ordenada de los sarcómeros, las unidades funcionales básicas de la contracción muscular, es particularmente notable. Los sarcómeros están compuestos por una secuencia precisa de filamentos gruesos de miosina y filamentos delgados de actina, cuya interacción es esencial para la contracción muscular (Montalvo, 2011).

Además, en los cobayos, las células musculares contienen un sistema bien desarrollado de retículo sarcoplásmico y túbulos T, que son fundamentales para la regulación del calcio intracelular y, por lo tanto, para la contracción muscular. Estas características celulares no solo permiten movimientos precisos y coordinados en los

cobayos, sino que también ofrecen un modelo valioso para estudiar trastornos musculares y probar tratamientos en un contexto biomédico (Montalvo, 2011).

2.24. Tejido adiposo

En los cobayos, el tejido adiposo se presenta en dos formas principales: el tejido adiposo blanco, común en la mayoría de los mamíferos, y el tejido adiposo marrón, especializado en la termorregulación y el metabolismo energético. Estudios han demostrado que la composición de la dieta afecta significativamente la distribución y características celulares de estos tejidos. El tejido adiposo marrón, en particular, se encuentra en áreas específicas como la cervical e interescapular, y se caracteriza por su capacidad para oxidar lípidos y generar calor, un proceso vital para la regulación térmica en cobayos (Arbulú y Del Carpio, 2015) .

2.25. Distribución de la grasa blanca y parda

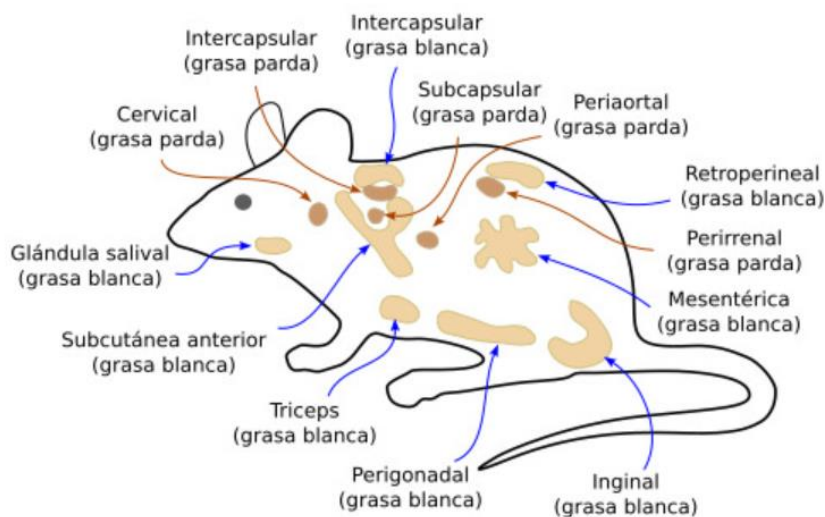


Figura 2: Grasa distribuida en roedor

Fuente: (Sebo & Rodeheffer, 2019)

El tejido graso unilocular se encuentra en diversas partes del cuerpo de los mamíferos, principalmente en dos áreas: la subcutánea y la visceral (como se muestra en la Figura 5). Además, se pueden encontrar depósitos de grasa en la piel y en la médula ósea. En seres humanos, se observan áreas de concentración significativa de

células grasas (con distintas ubicaciones en hombres y mujeres (Sebo & Rodeheffer, 2019)

2.26. Microbiología de la carne del cuy

Los factores químicos y físicos son una de las causas por la cual la carne pierde sus propiedades nutricionales; entre ellas están las variables ambientales e intrínsecas. La contaminación microbiana de la carcasa sucede luego del sacrificio debido a la mala manipulación de la carne, ocasionando que la misma pierda calidad. De igual forma están las propiedades bioquímicas que producen los microorganismos patógenos entre los cuales se encuentran: *Salmonella spp*, *Yersinia enterolítica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* y *Clostridium botulinum* (Enriquez, 2019).

En cuanto a especies y actividad comercial, Perú destaca en el mejoramiento y tecnificación de esta actividad, además de la exportación y comercialización de carne de cuy como alimento de una dieta balanceada y saludable. Siendo la característica principal de este producto el aporte nutricional en calcio, fósforo, zinc y hierro, además de vitaminas como Niacina, Tiamina y Riboflavina, con un aporte de calorías de 96 kilocalorías (Chela, 2015).

Cuadro 2: Porcentaje de grasa y proteína del cuy frente a otras especies.

Especie	Proteína (%)	Grasa (%)
Cuy	21.3	7.8
Pescado	21.0	8.0
Conejo	20.4	8.0
Aves de corral	18.3	9.3
Vacunos	17.4	22.0
Ovinos	16.4	31.1
Cerdos	14.5	37.5

Fuente: (Valencia, 2007)

3. CAPITULO III

METODOLOGÍA:

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El proyecto de investigación se realizó en el sector Secay, Cantón Paute ubicado en la parte Nor–oriental de la Provincia de Azuay, a 42 Km de Cuenca, a una altitud de 2.100 m.s.n.m., cuyos límites son (Ochoa, 2022):

- Norte: Provincia del Cañar
- Sur: Cantón Gualaceo
- Este: Cantones el Pan y Sevilla de Oro
- Oeste: Provincia del Cañar

Área de estudio



Figura 3: Mapa del Cantón Paute

Fuente: (Google, 2022)

3.2. Materiales

3.2.1. Físicos

- Balanza gramera
- Galpón de cuyes
- Lápiz
- Esferos
- Libreta
- Comederos
- Bebederos

- Desinfectantes
- Flameador
- Bomba de desinfección
- Tanque de gas

3.2.2. Químicos

Promotor de crecimiento DHA- cuyes

- Vitaminas
- Concentrado

3.2.3. Biológicos

- Cuyes hembras
- Forraje verde
- Agua

3.2.4. Tecnológicos

- Computadora
- Calculadora
- Impresora

Laboratorio

- Bisturí N° 15 y 24.
- Tubos de vidrio de tapa roja de 10 ml de capacidad.
- Formol de uso al 10%.
- Rotuladores.
- Cernidor.
- Moldes para tejido.
- Frascos estériles para orina.
- Materiales propios del procesamiento de tejidos.
- Microscopio óptico con lentes: 4, 10 y 40X.
-

3.3. Variables

3.3.1. Variables dependientes

- Incremento de peso
- Peso semanal
- Peso a la canal
- Conversión Alimenticia
- Consumo de alimento (MS/PV)
- Porcentaje de infiltración microscópica de tejido graso en tejido muscular (marmoleado).

3.3.2. Variables independientes

- Genotipo mejorado
- Edad
- Sexo
- Niveles de inclusión de DHA

3.4. Población y muestra

Para el estudio se trabajó con un total de 72 cuyes hembras genotipo mejorado, del mismo origen y similar color del manto (para garantizar la misma genética filial), de 25 días de edad, con pesos promedios de 450 g \pm 30 g.

3.4.1. Distribución de las Unidades Experimentales

En concordancia con la población descrita en 3.4, los 72 cuyes hembras de genotipo mejorado fueron distribuidos en 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Estos tratamientos fueron: T0 (Testigo), T1 (0,5 % de inclusión de DHA), T2 (1% de inclusión de DHA), asignando 8 cuyes por repetición. Todos los cuyes, manteniendo la uniformidad en términos de origen, color del manto, edad y peso como se especifica en 3.4, fueron sometidos a un periodo de adaptación de 15 días a la ración alimenticia.

3.4.2. Identificación y manejo zootécnico

Los cobayos fueron identificados con arete metálico numerado colocado en el pabellón auricular del animal. El manejo zootécnico en cuanto a la unidad ambiental (temperatura, humedad, luminosidad) fue similar para todas las unidades experimentales.

3.4.3. Suministro de raciones alimenticias

El valor nutricional de la dieta fue cuidadosamente ajustado según los requerimientos nutricionales específicos de los cobayos en cada etapa fisiológica. Para ello, se alimentó a los cobayos con una ración que representaba el 10% del consumo de materia seca (MS), basada en su peso vivo en cada tratamiento. Esta alimentación fue meticulosamente balanceada, considerando un aporte del 87 % de MS proveniente del alimento balanceado y el 23% de la MS a través de la alfalfa.

3.4.4. Suministro del Ácido Docosahexaenoico

Se sometió a los cobayos a un lapso de adaptación de la dieta de 15 días, para posterior a ello proceder a colocar el ácido docosahexaenoico (0,5% DHA) en el alimento, se pesó el balanceado comercial, el cual fue del 23 kg se multiplicó por 0,5 del DHA y se dividió para 100, para obtenerlo en gramos se lo multiplicó por 1000, contribuyendo a que se debía colocar 115 gramos de DHA en los 23 Kg de balanceado, de igual manera se realizó con el segundo tratamiento (1% DHA), en el que se multiplicó el peso del balanceado comercial 23 kg por 1 del DHA, se dividió para 100, y para obtenerlo en gramos se multiplicó por 1000, como resultado se debía colocar 230 gramos de DHA en balanceado que pesaba 23 kg.

3.5. Diseño de bloques completamente al azar

Cuadro 3: Distribución de las unidades experimentales en cada tratamiento

TRATAMIENTO	UE (repeticiones)	DETALLE
T0(Testigo)	8(3)	0 % de DHA
T1	8(3)	0,5 % de DHA + Alimentación mixta+agua
T2	8(3)	1 % de DHA+ Alimentación mixta+agua

Fuente: Autor

3.6. Técnica de procesamiento de tejidos y observación histológica.

3.6.1. Toma de muestras:

A las 13 semanas se empezó con el procesamiento para la obtención de preparados histológicos con la toma de muestras, que consistió en biopsiar cada uno de los músculos de estudio (supraespinoso y el bíceps femoral) de cada ejemplar 3 cuyes del T0 (Testigo/sin DHA), T1 (0,5 % de inclusión de DHA), T2 (1% de inclusión de DHA), 9 cuyes en total, obteniendo una pieza anatómica por músculo (18 biopsias). La técnica fue realizada mediante el empleo de un bisturí N°15, para la obtención de una pieza muscular, del músculo supraespinoso y el bíceps femoral de aproximadamente 1.5 a 2 cm de diámetro.

3.6.2. Acondicionamiento de muestras:

Una vez tomadas las biopsias respectivas (18 piezas), se colocó cada una de ellas en un tubo de vidrio de tapa roja de 10 ml de capacidad, que contiene, previamente colocados, 5 ml de formol de uso al 10%, el cual ayudó para la conservación del tejido y a disminuir la retracción tisular. Los tubos fueron debidamente rotulados.

3.6.3. Fijación del tejido:

Ya en los tubos, las piezas musculares permanecieron durante 24 a 48 horas para conseguir una fijación óptima del tejido.

3.6.4. Corte procesamiento y tinción del tejido:

Las piezas musculares fueron cortadas con un bisturí N° 24 obteniendo una parte fina de tejido de 1 a 2 mm de espesor, con un largo y ancho igual al de la pieza original (1.5 a 2 cm) y mediante un corte transversal, perpendicular al plano longitudinal de las fibras musculares. Cada pieza fue rotulada. Luego entró en el proceso rutinario y estandarizado para la obtención de preparados histológicos con hematoxilina-eosina. Se obtuvo un preparado (vidrio) histológico por cada músculo estudiado (18 preparados).

3.6.5. Técnica de observación:

Se observó cada preparado histológico (uno por músculo estudiado) y se determinó el porcentaje de grasa del área total, mediante el análisis de 2 a 3 campos con un

aumento de 10x y estableciendo un promedio entre estos 2 a 3 campos observados por músculo. Se consideró únicamente el tejido graso presente entre fibras musculares y se emplearon 5 categorías de evaluación (Vaisman et al., 2015):

0: Ausencia de adipocitos.

1: Escasos adipocitos aislados.

2: Pequeños grupos de adipocitos confluyentes.

3: Grupos de adipocitos que disecan las fibras musculares.

4: Abundantes grupos de adipocitos confluyentes que disecan el tejido muscular, dejando fibras musculares aisladas.

4.1. Análisis de varianza:

Con lo que respecta al análisis estadístico, para establecer las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de normalidad Kolmogorov. Se realizó un análisis de varianza paramétrico aplicando la prueba de Tukey.

4. CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de los parámetros productivos

4.1.1. Consumo de alimento (g)

Los resultados del consumo de alimento semanal en base a materia seca (MS), no registraron diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$); no obstante, se observó que el tratamiento T2 (1% DHA) alcanzó el consumo más alto de alimento entre las semanas 2 a 9; mientras que el tratamiento Testigo (T0) registra el mayor consumo de alimento entre la semana 10-13. Respecto al consumo total de alimento durante toda la fase experimental, el T0 alcanza un consumo promedio de 512,74 g MS/semana/cuy, los datos se exhiben en el cuadro 4.

4.1.2. Incremento de peso (g)

El incremento de peso semanal, no registró diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$); no obstante, el mayor incremento de peso entre las semanas 9, 10, 11, y 13, lo registra el tratamiento testigo (T0) alcanzando un incremento de peso semanal/cuy de 105,38. Los datos se detallan en el cuadro 5.

4.1.3. Conversión alimenticia

El análisis de los datos demostró que, la adición del DHA en la ración alimenticia de los cobayos no ejerce ningún efecto sobre la conversión alimenticia (C.A) de los cuyes al no registrar diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$), registrando una C.A. acumulada el T0 de 5,84, el T1 6,07 y el T2 de 5,82. Los datos se exhiben en el cuadro 6.

4.1.4. Peso a la Canal

En el cuadro 7, se expone el peso de los cuyes a la canal, en cada tratamiento, observando que el mayor peso lo registró el tratamiento T1 con 1340 g/cuy comparado con el resto de tratamientos.

Cuadro 7. Análisis de peso a la canal

TRATAMIENTOS	PESO A LA CANAL	D.E
TESTIGO (TO)	1283	70,68
TRATAMIENTO 1 (0.5%)	1340	112,51
TRATAMIENTO 2 (1%)	1195	55,61
P VALOR	0,3393	

Fuente: El autor

Cuadro 4. Análisis del consumo de alimento semanal (g)

TRATAMIENTOS	SEMANAS													TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
TESTIGO (TO)	309,33 ^a	309,33 ^a	380,01 ^a	390,25 ^a	421,62 ^a	434,37 ^a	446,24 ^a	518,26 ^a	544,89 ^a	589,17 ^a	677,57 ^b	822,26 ^b	822,26 ^b	512,74 ^a
TRATAMIENTO 1 (0.5%)	344,36 ^b	355,7 ^b	372,26 ^a	396,59 ^a	403,37 ^a	414,01 ^a	441,77 ^a	483,29 ^a	506,97 ^a	567,56 ^a	601,73 ^a	646,45 ^a	681,7 ^{ab}	478,13 ^a
TRATAMIENTO 2 (1%)	327,78 ^{ab}	355,7 ^b	391,45 ^a	414,22 ^a	433,58 ^a	438,95 ^a	485,74 ^a	535,93 ^a	555,14 ^a	569,01 ^a	625,27 ^{ab}	650,54 ^a	708,36 ^a	499,36 ^a
P valor	0,0583	0,0019	0,6776	0,6347	0,5621	0,6101	0,2959	0,27	0,3447	0,3193	0,0135	0,0073	0,003	0,0021
C.V.	4,26	2,97	6,8	7,67	7,88	7,31	7,47	7,07	7,26	3,09	3,42	6,97	6,96	8,57

Fuente: El autor

Cuadro 5. Incremento de peso semanal (g)

TRATAMIENTOS	SEMANAS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL
TESTIGO (TO)	73,33 ^a	75,84 ^a	49,58 ^a	78,69 ^a	75,42 ^a	83,54 ^a	82,59 ^a	82,38 ^a	92,75 ^a	96,21 ^a	97,71 ^a	95 ^a	105,38 ^a	83,72 ^b
TRATAMIENTO 1 (0.5%)	64,12 ^a	65,52 ^a	67,14 ^a	69,14 ^a	70,71 ^a	72,75 ^a	74,67 ^a	78,13 ^a	80,21 ^a	81,75 ^a	84 ^a	85,95 ^a	89 ^a	75,62 ^a
TRATAMIENTO 2 (1%)	65,49 ^a	69,29 ^a	73,59 ^a	76,04 ^a	79,43 ^a	81,13 ^a	84,54 ^a	86,81 ^a	88,61 ^a	92,17 ^a	94,96 ^a	96,86 ^a	102,92 ^a	83,99 ^b
P valor	0,337	0,312	0,465	0,3604	0,2878	0,2892	0,3446	0,4176	0,0826	0,1472	0,1736	0,1407	0,0505	<0.0001
C.V.	11,16	10,88	36,13	10,38	8,09	10	9,93	9,05	6,44	8,76	8,83		6,82	11,42

Fuente: El autor

Cuadro 6. Conversión alimenticia semanal

TRATAMIENTOS	SEMANAS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL
TESTIGO (TO)	4,27 ^a	4,39 ^a	4,95 ^a	5,01 ^a	5,59 ^a	5,24 ^a	5,78 ^a	6,34 ^a	5,89 ^a	6,21 ^a	6,95 ^a	7,55 ^b	7,79 ^b	5,84 ^a
TRATAMIENTO 1 (0.5%)	5,24 ^a	5,3 ^a	5,39 ^a	5,48 ^a	5,46 ^a	5,64 ^a	5,89 ^a	5,82 ^a	5,89 ^a	6,71 ^a	7,03 ^a	7,42 ^b	7,66 ^b	6,07 ^a
TRATAMIENTO 2 (1%)	5,05 ^a	5,15 ^a	5,35 ^a	5,49 ^a	5,41 ^a	5,45 ^a	5,8 ^a	6,16 ^a	6,28 ^a	6,21 ^a	6,32 ^a	6,42 ^a	6,54 ^a	5,82 ^a
P valor	0,155	0,0757	0,6435	0,5906	0,9233	0,7816	0,9709	0,5159	0,4555	0,3858	0,1136	0,0016	0,0019	0,0783
C.V.	11,44	8,48	11,6	11,67	10,67	12,46	10,45	8,65	6,86	7,55	5,6	3,19	3,51	9,18

Fuente: El autor

4.4. Resultados cortes histológicos frente a los animales

Cuadro 7. Cortes histológicos frente a los animales

NOMBRE DE LOS MÚSCULOS	RESULTADOS CORTES HISTOLÓGICOS			RESULTADO
	TRATAMIENTO	GRADO DE INFILTRACIÓN		
Músculo Supraespino	T1R1: (0,5 % DHA)	0	1	0
Músculo Supraespino	T1R2:	0	0	0
Músculo Supraespino	T1R3:	0	0	0
Músculo Supraespino	T2R1: (1% DHA)	1	0	0
Músculo Supraespino	T2R2:	1	0	0
Músculo Supraespino	T2R3:		0	0
Músculo Supraespino	T3R1: (SIN DHA)	0	0	0
Músculo Supraespino	T3R2:	0	0	0
Músculo Supraespino	T3R2:	0	0	0
Músculo Bíceps Femoral	T1R1: (0,5 % DHA)	1	0	0
Músculo Bíceps Femoral	T1R2:	0	0	0
Músculo Bíceps Femoral	T1R3:	0	0	0
Músculo Bíceps Femoral	T2R1: (1% DHA)	0	0	1
Músculo Bíceps Femoral	T2R2:	0	0	1
Músculo Bíceps Femoral	T2R3:	0	0	0
Músculo Bíceps Femoral	T0R1: (SIN DHA)	0	0	0
Músculo Bíceps Femoral	T0R2:	0	0	0
Músculo Bíceps Femoral	T0R3:	1	0	0

Fuente: El autor

En el cuadro 8 se exhiben los resultados en ambos músculos evaluados, se observa que la infiltración grasa es generalmente baja, pero se presenta en algunos tratamientos con DHA. En el Músculo Supraespino, la infiltración en el T1R1 presenta 1 grado de infiltración y el T2 presenta 1 grado de infiltración tanto en el R1 y en el R2, es decir que existen escasos adipocitos aislados, a comparación de los tratamientos T0 los cuales no presentan grados de infiltración grasa.

Esto sugiere que la infiltración grasa puede variar en función de las repeticiones y semanas específicas, pero en general, se mantiene en niveles bajos en ambos músculos. La presencia o ausencia de DHA en la dieta parece tener un efecto limitado en la infiltración grasa en estos músculos.

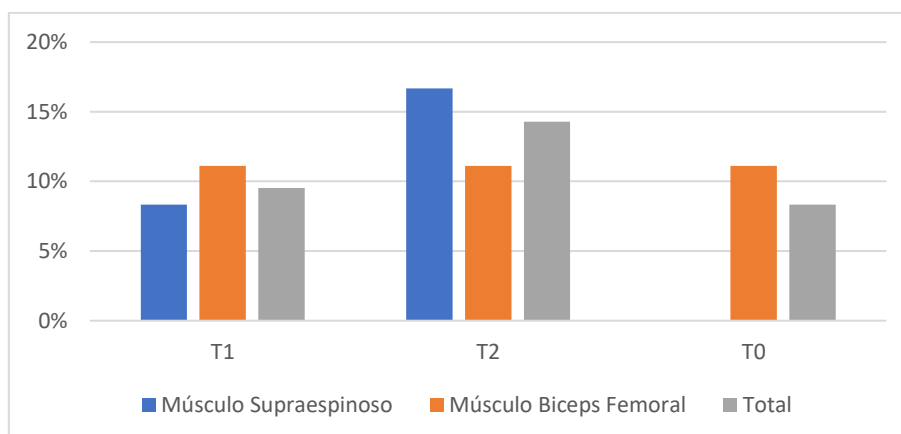
De la misma forma en el músculo Bíceps Femoral en el T1R1 se observa 1 grado de infiltración grasa comparando con el T2, el cual presenta 1 grado de infiltración tanto en la repetición 1 y 2, existen escasos adipocitos aislados. El T0 presenta por primera vez 1 grado de infiltración en el R3.

En ambos músculos evaluados, el Músculo Supraespinoso y el Músculo Bíceps Femoral, se han observado patrones similares de infiltración grasa en relación con los tratamientos aplicados. En los tratamientos que contienen DHA (Tratamiento 1 y Tratamiento 2), se ha registrado infiltración grasa en una de las repeticiones en ambos músculos. Este resultado indica un ligero porcentaje de infiltración grasa en una repetición específica y con tratamientos con DHA.

Por otro lado, en el Tratamiento 0 (SIN DHA), que no contiene DHA en la dieta, la infiltración grasa ha presentado únicamente un grado de infiltración grasa en la mayoría de las condiciones evaluadas en ambos músculos. Esto sugiere que la ausencia de DHA puede estar asociada con una menor probabilidad de infiltración grasa en estos músculos ya que no contenía DHA este tratamiento.

En contexto, aunque se ha observado infiltración grasa en una repetición, la tendencia general es que la infiltración grasa es baja en la mayoría de las repeticiones en ambos músculos. El Tratamiento 0 (SIN DHA) tiende a mantener una infiltración grasa en grado 0 en la mayoría de las condiciones evaluadas en ambos músculos. Estos hallazgos indican que la presencia o ausencia de DHA en la dieta no puede influir en la infiltración grasa, ya que la infiltración se mantiene en niveles bajos en ambos músculos.

Figura 4: Representación de los resultados cortes histológicos



Fuente: El autor

Estos resultados muestran que el uso de T2 produce signos de mayor marmoleo en grupos pequeños, respecto a T0, lo que se refleja en más casos de resultados positivos de infiltración en los músculos, especialmente en el músculo Bíceps Femoral. Pero resulta imperante resaltar que el pequeño número de muestras positivas no es decisivo a la hora de comparar la diferencia entre los tipos de músculos y su penetración.

5. CAPITULO V

DISCUSIÓN

En cuanto a la determinación del nivel adecuado para los parámetros en las etapas de crecimiento y engorde en la variable de respuesta donde se evaluó el incremento de peso, el T2 (1% DHA) donde se obtuvo un mayor valor 83,99 g, y el tratamiento donde si hubo menos ganancia en el peso fue el (T1) con 75,62 g. Esto concuerda con lo establecido por Guevara (2018) en su proyecto titulado Parámetros productivos de cuyes criados con dietas suplementadas con aceite de pescado y semillas de Sacha Inchi. Donde determina que el peso por tratamiento en los cuyes con la dieta T2 basado en semillas de Sacha inchi alcanzaron el mayor peso (353,0 g) y el mayor peso corporal (983 g) 4 semanas después del inicio del tratamiento.

Así como también, lo propuesto por Reynaga (2020) donde determina parámetros como, el orden descendente por los cuyes de los tratamientos T2, T0 y T1, aunque estas diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas, dado que el peso obtenido está dentro del peso comercial de cuyes (>850 g) y es comparable al obtenido en granjas comerciales. Estos resultados indican que el uso de dietas enriquecidas con aceite de pescado o semillas de Sacha inchi no proporcionó un beneficio de rendimiento en comparación con la dieta no mejorada (T0).

Además, se tiene otros estudios destinados a esclarecer mejor el impacto de la dieta en la ganancia de peso. Un estudio realizado por Huamaní, (2016) en 18 cuyes machos donde se examinó el efecto de la suplementación de ácidos grasos y ácido docosahexaenoico. Donde en los resultados se revelo ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia semanal. Así mismo También se extrajo la grasa total mediante cromatografía de gases para determinar el perfil de ácidos grasos. El tratamiento dietético afectó significativamente las variables de respuesta de la canal y el perfil de ácidos grasos de los animales de experimentación revelando mayor significancia en el T2 (alimentación mixta) y T3 (alimentación integral) que tuvieron mejor ganancia de peso, consumo de alimento, rendimiento en canal y menor conversión alimenticia que T1 (Alfalfa verde).

Este hallazgo es particularmente importante porque sugiere que la adición de fuentes de ácidos grasos, como DHA en dietas mixtas para cuyes, puede tener un

efecto positivo en el aumento de peso sin afectar negativamente otros parámetros de producción. Esto abre la puerta a futuros estudios que podrían investigar el uso de diferentes fuentes de ácidos a través de la alimentación mixta en dietas de cuyes para mejorar el peso y otros parámetros.

Para efectos de este estudio se tiene como resultado que en el consumo de alimento se obtuvo que los tratamientos T0 y T2 fueron los que dieron un mayor resultado con unos valores promedio de 512,74^a y 499,36^a respectivamente, en comparación al Tratamiento1 (T1 0,5% DHA) con un valor de 478,13^a, según los resultados obtenidos por esta investigación.

Además, estos datos establecidos concuerdan con una investigación efectuada por Linares (2022) donde este autor logro determinar que hubo una diferencia muy significativa en el consumo de alimentos entre los animales ya que el grupo T2 recibió 130 mg de vitamina C seguido del grupo T3 que recibió 120 mg de vitamina C en la interacción. Es interesante notar que los resultados de esta investigación en cuyes también concuerdan con las determinaciones encontradas en esta investigación

Siendo relevante recordar que para la conversión alimentaria, el valor más alto se obtuvo en el T1, lo que indica que este tratamiento requiere una mayor cantidad de alimento para ganar peso durante los 91 días en los cuales se efectuó este estudio (13 semanas), mientras que se obtuvo un valor menor en el T2 correspondiente a 5,82^a, por lo que el tratamiento que dio mejor conversión alimenticia es el T2, evidenciando que la conversión se incrementa semana tras semana iniciando en la tercera pues se tuvo 14 días continuos de adaptación.

Donde Muscari (2020) determina que la conversión alimentaria se incrementa semana tras semana iniciando a la tercera semana de edad concluyendo que persiste mayor peso en la tercera y octava semana.

Mengistu et al., (2020) en tilapia del Nilo encontraron que factores ambientales y nutricionales afectan la FCR (factores de riesgo cardiovascular). Aunque este estudio se realizó en peces, es plausible que factores similares puedan influir en cuyes, lo que podría explicar algunas de las variaciones observadas en nuestro estudio.

Por último, Gualoto (2019) encontraron diferencias altamente significativas en la variable consumo de bloques a favor de los tratamientos que utilizan 10 y 20% de ácidos grasos altos en omega-3. Aunque las variables peso final, ganancia de peso,

alimento total, conversión alimenticia, peso de la canal y rendimiento de la canal, no se reportaron diferencias significativas. Lo que significa que el mayor beneficio se logró al utilizar un 30% de ácidos grasos omega-3, que definen el tipo de grasa poliinsaturada, dando una relación beneficio y costo de 1,13. Por lo tanto, el comportamiento productivo no se vio afectado por el uso de este tipo de ácido.

En este estudio, se encuentra que la infiltración o marmoleado de grasa de cuyes para DHA no produce diferencias significativas en estos perfiles. Esto va en línea con lo determinado por Horcada (2020), donde revela en su estudio que estos perfiles del ganado vacuno en relación a los valores de DHA varían entre 3 y 10% dependiendo del origen de los músculos, concluyendo que la infiltración de la grasa consiste principalmente en un proceso relacionado a la textura, jugosidad y sabor de la carne.

6. CONCLUSIONES

- La adición de DHA a razón del 0.5 y 1% en la ración alimenticia de cuyes genotipo mejorado no ejerce impacto positivo sobre los parámetros productivos de esta especie.
- El marmoleado de la carne de cuy, no mejora con la adición de DHA en concentraciones del 0.5 y 1% /Ton., de alimento.

7. RECOMENDACIONES

- Investigar los beneficios del DHA en mascotas (perros y gatos) sobre la modulación de la respuesta inmune, su actividad antiinflamatoria y cardiovascular, diabetes Tipo II, enfermedades renales, entre otras., que han sido atribuidas en la especie humana.
- Realizar estudios de las diferentes fuentes vegetales y animales que contienen los ácidos grasos omega 3 como: ácido docosahexaenoico (DHA) el Alfa-linolénico (ALA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA), con el objeto de elaborar raciones alimenticias terapéuticas en perros y gatos que cursas con patologías cardiovasculares o renales.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Enriquez, K. (2019). Evaluación de la calidad de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) suplementada con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento. [Tesis de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/11520>
- Escalante, L., & Escobar, F. (2018). Respuesta nutricional de cuyes (*Cavia porcellus*) a la inclusión de microorganismos eficientes en la ración alimenticia, Ayacucho 2760 msnm. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho]. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3240>
- Maldonado , L. (2013). Evaluación de 2 niveles de fibra y 2 niveles de proteína en la dieta sobre los parámetros zootécnicos en los cuyes. [Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador, Quito]. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4445>
- Moscoso , J., Quispe , A., Luizar , C., Arjona S. , M., & Olazábal, J. (2019). Efecto de la inclusión de tres fuentes de lípidos en el alimento sobre los parámetros productivos y los ácidos grasos de la carne de cuy. *Investigaciones Agropecuarias*, 2(1), 1-10. doi:<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/222/222973004/index.html>
- Valenzuela, A., & Nieto, S. (2001). Acido docosahexaenoico (DHA) en el desarrollo fetal y en la nutrición materno-infantil. *Revista médica de Chile*, 129(10), 1203-1211. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872001001000015>
- Acurio, L. (2010). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/845>
- Alzamora Herrera, R. (2020). Efecto del tratamiento térmico sobre el perfil de ácidos grasos en la carne de cuy (*Cavia porcellus*). *Título profesional*. Universidad de San Martín de Porres, Lima.
- Arbulú, C., & Del Carpio, P. (2015). *Rendimiento y contenido graso de cuyes (Cavia porcellus) mejorados, sacrificados a la octava y duodécima semana de edad*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiC->

M2Ukt6CAxVIRjABHVicDRAQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F5217%2F521751973002.pdf&usg=AOvVaw3zLnfiOjPgBpuEDrBkL1yg&opi=89978449

- Argamentiria, A., Blas, C., & González, G. (1987). *Nutrición y Alimentación del ganado*. Madrid, ES.
- Asato, J. (2005). *Producción y comercialización de Cuy en el Perú*.
- Avilés, D., Landi, V., Delgado, J., & Martínez, A. (2014). El pueblo ecuatoriano y su relación con el cuy. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 38-40. Obtenido de http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo009_AICA2014.pdf
- Avilés, D.F, Landi, V., Delgado, J., & A.M., M. (2014). El Pueblo Ecuatoriano y su relación con el cuy. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*(4), 38-40. Obtenido de http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo009_AICA2014.pdf
- Barreros, A. (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 Producuy. [*Tesis de Grado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato]. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26401>
- Calderón, G., & Cazares, R. (2008). Evaluación del comportamiento productivo de cuyes. [*Tesis de grado*. Universidad Técnica Del Norte, Ibarra]. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/465>
- Cámara, A. (2014). Estudio ecográfico del músculo supraespinoso en caninos. [*Tesis de Doctorado*. Universidad Complutense de Madrid]. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/24893/1/T35234.pdf>
- Castro, H. (2002). *Sistemas de Crianza de Cuyes a Nivel Familiar-Comercial en el Sector Rural*. [Benson Agriculture and Food Institute], Ibarra. Obtenido de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000203.pdf>

- Castro, M. (2002). Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. *Scielo*, 27(3), 128-136. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000300005
- Castro, M. (2002). Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. *Interciencia*, 27(3), 128-136. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000300005
- Chauca, L. (2017). La Molina: Estudios FAO: Produccion y Sanidad Animal. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
- Chauca, L. (2017). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. La Molina: Estudios FAO: Produccion y Sanidad Animal. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
- Chauca, L. M. (2005). Informe final sub- proyecto generación de líneas mejoradas de cuyes de alta productividad. *INIA-Inagro*, 137.
- Chela, A. F. (2015). *Utilización de diferentes niveles de regano como promotor natural de crecimiento en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento, engorde*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba]. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5200>
- Cheng, W., Cheng, J.-H., Sun, D.-W., & Pu, H. (2015). Marble analysis to assess the quality of the. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, i - i. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12115>
- Chulca, M., & Gomez, S. (2014). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa comunitaria dedicada a la producción, procesamiento y comercialización de cuyes en la parroquia el Sagrario, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. [*Tesis de Grado*. Universidad Central del Ecuador, Quito]. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2984>
- Contexto ganadero. (1 de Marzo de 2023). Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-el-sistema-de-clasificacion-de-la-carne-wagyu-en-japon>
- Córdova, R. (2019). Efecto de la suplementación de vitamina C oral en cuyes (*Cavia porcellus*) sometidos a reducción del espacio vital sobre los parámetros

- productivos. [Tesis de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16891>
- Dietrich, J., Handschuh, S., & Robert, S. (2021). Muscle Fibre Architecture of Thoracic and Lumbar Longissimus Dorsi Muscle in the Horse. *Animals*, 11, 1-16. doi:10.3390/ani11030915
- Domenichiello, A., Kitson, A., & Bazinet, R. (2015). Is docosahexaenoic acid synthesis from α -linolenic acid sufficient to supply the adult brain? *Progress in Lipid Research*, 59(1), 54-66. doi:<https://doi.org/10.1016/j.plipres.2015.04.002>
- Flores, C., Duarte, C., & Salgado, I. (2017). Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. *Revista de Ciencia y Agricultura*, 14(1), 39-45. doi:<https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6086>
- García, M., Salazar, I., Gamarra, S., Cordero, A., Rondón, J., Macedo, C., & Rufino, N. (2016). *Descripción anatómica muscular de la región del muslo del cuy (Cavia porcellus)*. 'Universidad Nacional Agraria 'La Molina', Huánuco. doi:10.13140/RG.2.2.18976.79360
- González, P. (2019). [Legislación comparada sobre definiciones. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile]. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27181/2/Comparado_definiciones_Carne.pdf
- Google. (2022). [Direcciones de Google Maps del Cantón Paute]. Recuperado el 2022 de 10 de 25, de www.google.com/maps/dir//Paute
- Gualoto, G. (2019). *Evaluación de diferentes niveles en la elaboración de bloques nutricionales y su utilización en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8158>
- Guevara Vásquez, J. E. (2016). Enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sacha inchi. *Doctorado ciencia animal*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11450>
- Guevara, J. (2016). Enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de

- sacha inchi. [*Doctorado ciencia animal*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima]. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11450>
- Guevara, J. (2018). *Parámetros productivos de cuyes criados con dietas suplementadas con aceite de pescado y semillas de Sacha Inchi*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172016000400010
- Hausman, D. D. (2001). The biology of white adipocyte proliferation. *Obesity review*, 2, 239-254.
- Hill's Pet Nutrition. (2018). *hillspet.com.mx*. Obtenido de <https://www.hillspet.com.mx/pet-care/nutrition-feeding/dha-for-dogs-and-cats>
- Horcada, A. (2020). *Conceptos Básicos sobre la carne del ganado vacuno*. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40940/horconcep113a140.pdf?sequence=1>
- Huamaní, G., Zea, O., Gutierrez, G., & Vilchez, G. (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27, 486-494. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- INEC. (2017). *Revista Lideres*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cuy-crece-region-central-economia.html>
- INIA. (1994). *Proyecto sistemas de producción de cuyes-Tomo II*. Perú: INIA. Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/342>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria. (2015). Obtenido de <http://servicios.agricultura.gob.ec/sinagap/index.php/resultados-provinciales/>
- Iza, E. (2020). Evaluación de los parámetros zootécnicos de interés en la producción de cuyes. [*Tesis de Grado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga]. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6707>
- Japan Meat Grading Association . (2000). Obtenido de <https://todocarne.es/sistema-de-clasificacion-del-ganado-vacuno-en-japon/>
- León, N., & Abad, R. (2020). 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]. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23062>
- Linares, L. (2022). *Efecto de la vitamina C sobre los parámetros productivos en la etapa de engorde en cuyes (Cavia porcellus) de raza Perú, Cajamarca, 2022*. Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5617/T016_47538539_T.pdf?sequence=1
- Londoño, J. (1996). Suministro de forraje de arachis pinto, en la dieta de cuyes en levante y ceba. *Nataima*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35427>
- Mantilla, J., Vallejos, L., & De la torre, J. (2017). El cruzamiento y la selección y su efecto en los índices productivos de cuyes nativos y. *Revista Caxamarca*, 16(1), 41-48. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.pe/index.php/Caxamarca/article/view/27>
- Mayer, H. (1984). *Bromatología* (1ª Edición ed.). Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes – Argentina.
- Montalvo, C. (2011). *Sistema locomotor cobayos*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj7jPHtkN6CAxV1ezABHVTiBc8QFnoECBIQAQ&url=https%3A%2F%2Fbct.facmed.unam.mx%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F08%2Ftejido_muscular_montalvo_2011.pdf&usq=AOvVaw2wQ2upL2RNq_arGEXKwBvS&opi
- Montes, T. (2012). Agrobanco. *Guía de crianza tecnificada de cuyes*. Cajabamba-Perú. Obtenido de https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/015-a-cuyes_crianza-tecnificada.pdf
- Moreta, M. (2017). *El cuy crece en la región central del Ecuador*. (R. Lideres, Ed.) Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cuy-crece-region-central-economia.html>
- Muscari, J. (2020). *Mejoramiento genético del Cuy*. Obtenido de https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/648/mod_resource/content/1/MODULO-IV.pdf

- Ochoa, P. (2022). *Paute, Atlas Cantonal*. (U. d. Editora, Ed.) Cuenca. Obtenido de https://ierse.uazuay.edu.ec/libro-publicaciones/ATLAS_PAUTE_1_FEBRERO_2023-1.pdf
- OPTIVITE. (2015). *Sanidad del pienso, sanidad digestiva*. GENEX LAP, Barcelona. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/20332>
- Ordóñez, E. (2016). Evaluación del crecimiento y mortalidad en cobayos suplementados con pulpa de naranja. [*Tesis de Grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12731/1/UPS-CT006601.pdf>
- Palomino, R. (2017). La optimización del tiempo de precocido de las carcazas crudas de cuy (*cavia porcellus*) y su incidencia en el tiempo de vida útil. [*Tesis de grado*. Universidad Técnica de Ambato], Ambato.
- Pasquel, A. (2017). *Morfología descriptiva del esqueleto del cuy (Caviaporcellus)- Provincia de Cajamarca – 2014*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjSnbq2j96CAxXkTTABHV7BcMQFnoECCAQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.unc.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.14074%2F11%2FTESIS%2520COMPLETA%2520MELINA.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllow>
- Pawer, D., Park Su, P., Moscoso, M., & Salazar, A. (2018). Diferencias en la presencia de alcaloides y fenoles de cinco muestras de muña de expendio informal procedentes de mercados populares en Lima - Perú. *horizontemedico*, 18(3). Obtenido de <https://doi.org/10.24265/horizmed.2018.v18n3.05>
- Peña, E. (2014). Efecto de la suplementación de ácido ferulico y ferulato de etilo en el comportamiento productivo y calidad de la carne de bovinos. [*Tesis de Mestría*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Hermosillo]. Obtenido de <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1006/377>
- Prabakar, G., Shanmuganathan, S., Sureshkumar, R., & Gopi, M. (2023). *Evaluation of lauric acid and L-glutamate individually and in combination as pro-nutrient growth promoters in broiler chickens*. *Indian Journal of Animal Sciences*, 93(6). Obtenido de <https://dx.doi.org/10.56093/ijans.v93i6.133507>

- Reynaga, R. M. (Septiembre de 2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. *31(3)*, e18173. doi:<https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>
- Robaina, R. (2012). *Definiciones Prácticas*. Instituto Nacional de Carnes Dirección de Control y Desarrollo de Calidad. Obtenido de https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf
- Sánchez, S., Carcelén C, M., Ara G, F., Gonzáles V, M., Quevedo G., R., & Jiménez A, R. (Septiembre de 2014). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *25*, 381-389. doi:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371834047006>
- Sarria, J., Cantaro, J., & Cayetano, J. (Agosto de 2020). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Revista de Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *21*, 1-13. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437
- Sebo, Z., & Rodeheffer, M. (2019). Assembling the adipose organ: adipocyte lineage segregation and adipogenesis in vivo. *Development*. *146* dev172098. doi:doi:10.1242/dev.172098.
- Segura, J. (2021). <https://centrekine.com/>. Obtenido de <https://centrekine.com/nutricion-tipos-de-omega-3-ala-dha-epa-y-sus-beneficios/>
- Tubón, M. (2014). Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad. [*Tesis de grado*. Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6480>
- Usca, j., Flores, L., Tello, L., & Navarro, M. (2022). *Manejo general de la crianza del Cuy*. Riobamba: La Caracola Editores.
- Vaisman, A., Abara, S., Silva, D., Tuca, M., Figueroa, D., & Gallegos, M. (2015). ¿Existe infiltración grasa del cuádriceps en la lesión crónica del tendón patelar? *Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología*, *56(3)*, 30-44. doi:10.1016/j.rchot.2015.10.004

- Valencia, P. (2007). La optimización del tiempo de precocido de las carcasas crudas de cuy (*Cavia porcellus*) y su incidencia en el tiempo de vida útil. [Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3395>
- Valenzuela , B., Morales, P., Sanchueza, C., & Valenzuela, A. (Diciembre de 2013). Ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial a nivel cerebral. *Revista chilena de nutrición*, 40, 383-390. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000400009>
- Valenzuela, A. M., & Nieto, S. (2001). Acido docosahexaenoico (DHA) en el desarrollo fetal y en la nutrición. *Rev. méd. Chile*, 10(129), 1203-1211. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872001001000015
- Valenzuela, A., Nieto, S., & Uauy, R. (1993). *Technological challenges to assess n-3 polyunsaturated fatty acids from marine oils for nutritional and pharmacological use. Grasas y Aceites*, 44(1). Obtenido de <https://dx.doi.org/10.3989/GYA.1993.V44.I1.1119>
- Vallejos P Diego, C. C. (2015). Efecto de la suplementación de butirato de sodio en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) de Engorde sobre el desarrollo de las vellosidades intestinales y criptas de Lieberkühn. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(3), 395-403. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i3.11186>
- Vargas , Y., & Chauca, L. (2006). *Evaluación Anátomo-Histológica de la carne del cuy (Cavia porcellus), en cruces de la Raza Perú*. Obtenido de <http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/handle/inia/446>
- Vivas, J. (2013). *Especies Alternativas : Manual de crianza de cobayos (Cavia Porcellus)* (Vol. 856). Nicaragua: Managua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>

9. ANEXOS

Anexo 1: Desinfección del galón



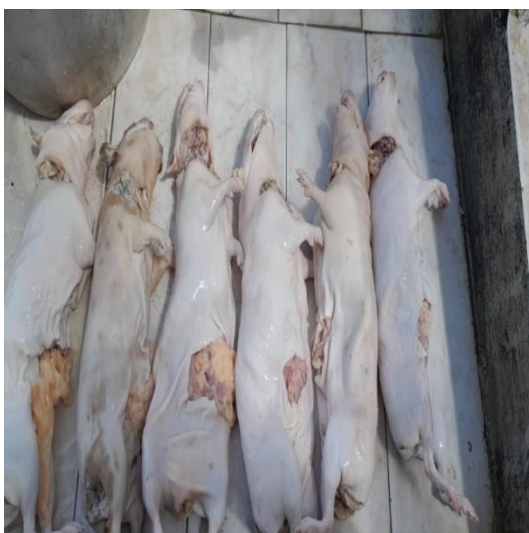
Anexo 2: Alimentación en base al peso vivo



Anexo 3. Toma de muestras de los músculos



Anexo 4. Peso a la Canal



Anexo 5. Obtención de muestras: músculo supraespinoso y bíceps femoral



Anexo 6. Acondicionamiento de las muestras



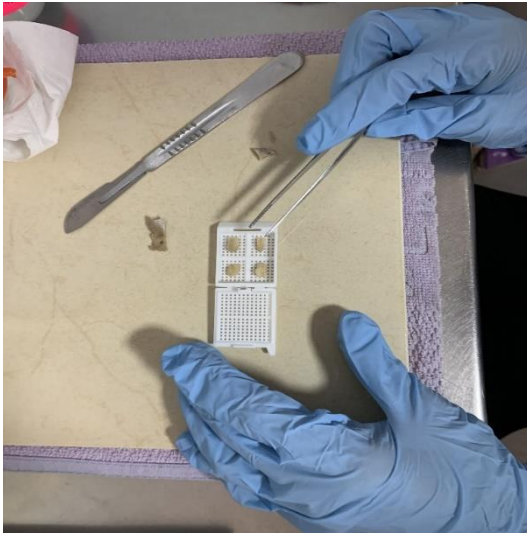
Anexo 7. Toma de medidas de la muestra



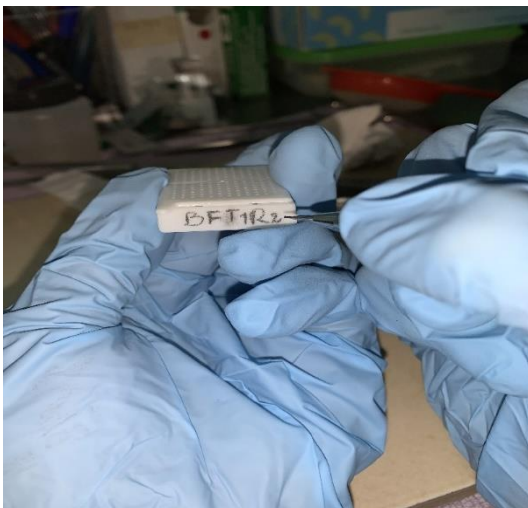
Anexo 8. Corte de la muestra



Anexo 9. Preparación de muestras



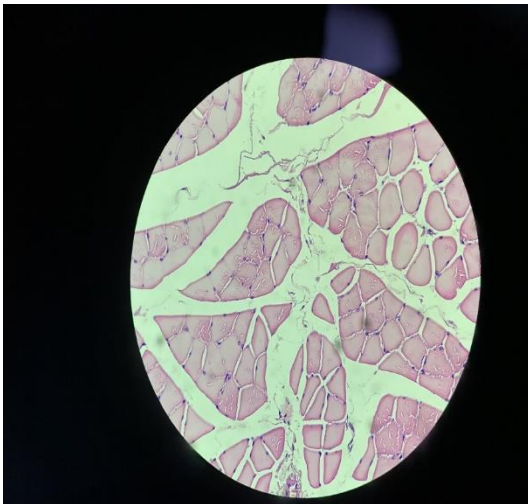
Anexo 10. Rotulación de muestras



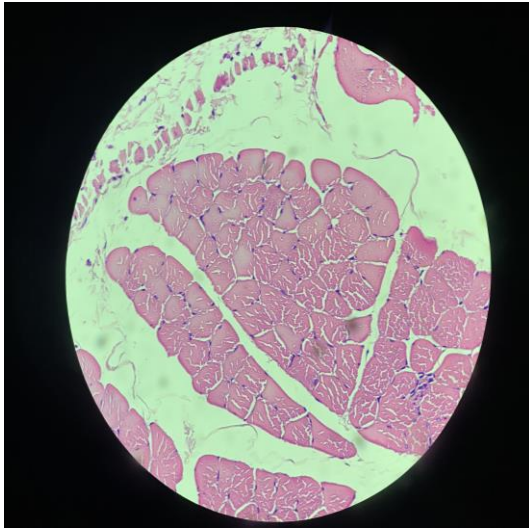
Anexo 11. Observación microscópica



Anexo 12. Ausencia de adipocitos en el tejido



Anexo 13. Escasos Adipocitos en la muestra



Anexo 14. Escasos adipocitos visualizados microscópicamente



Anexo 15. Análisis bromatológico del balanceado

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilva@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09012

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. Fanny Estefania Cajilima Cajilima

Domicilio / Address

Teléfonos / Telephones

Cuenca

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Balanceado S/I

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO (PS) %	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	13.22	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	86.78	AOAC/Gravimetrico
PROTEINA (%)	11.37	AOAC/kjeldhal
FIBRA (%)	14.01	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	4.41	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	11.99	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	88.01	AOAC/Gravimetrico

Emitido en: Riobamba, el 20 febrero de 2023

LUCIA
MONSERRATH
SILVA DELEY

Digitally signed by
LUCIA MONSERRATH
SILVA DELEY
Date: 2023.02.21
20:37:05 -05'00'

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Anexo 16. Análisis bromatológico de la alfalfa

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilva@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09013

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. Fanny Estefania Cajilima Cajilima

Domicilio / Address

Cuenca

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Pasto Alfalfa Fresca

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO (PS) %	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	77.55	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	22.45	AOAC/Gravimetrico
PROTEINA (%)	22.07	AOAC/kjeldhal
FIBRA (%)	28.88	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	0.83	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	11.48	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	88.52	AOAC/Gravimetrico

Emitido en: Riobamba, el 20 febrero de 2023

LUCIA
MONSERRATH
SILVA DELEY

Digitally signed by
LUCIA MONSERRATH
SILVA DELEY
Date: 2023.02.21
20:17:26 -0500

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB

Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Fanny Estefanía Cajilima Cajilima portadora de la cédula de ciudadanía N.º **0106370315**. En calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Efecto de la suplementación del ácido docosaheptaenoico (DHA) sobre el marmoleado en la canal en cuyes genotipo mejorado”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 4 de Enero de 2024



F:

Fanny Estefanía Cajilima Cajilima

C.I. 0106370315