

UCUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Efecto de biopreparados sobre el comportamiento bioproductivo, calidad de la canal y carne de cobayos (*cavia porcellus*) de engorde.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista

Autores:

Once Carabajo Verónica Elizabeth

Coyago Sánchez Marco Vinicio

CI: 0105140263 - 0105791487

Correo electrónico: veronik.011994@gmail.com – livemarco88@gmail.com

Director:

Dr. Cornelio Alejandro Rosales Jaramillo

CI: 0300919214

Cuenca, Ecuador

26-julio-2022

Resumen:

Los bioaditivos con capacidad probiótica incluidos en la dieta de los animales en cantidades adecuadas repercuten positivamente en la salud del animal; sin embargo, en países en vías de desarrollo su uso es limitado por el elevado costo para su obtención. Una alternativa viable sería el uso de probióticos generados a partir de subproductos agroindustriales, por ello en el presente estudio nos planteamos el objetivo de evaluar el efecto de bioaditivos a partir de subproductos agroindustriales fermentados con bacterias y levaduras sobre el comportamiento bioproductivo, calidad de la carne y la canal de cuyes (*Cavia porcellus*). En el estudio se emplearon 80 cuyes destetados, con 300 ± 10 g de peso vivo y 20 ± 5 día de edad, se distribuyó en cuatro grupos o tratamientos de 20 animales cada uno, en cada jaula se alojaron 10 animales machos y hembras por separado: T1 control, T2 fermentado con *Kluyveromyces fragilis* spp, T3 fermentado con *Kluyveromyces fragilis* spp y *Lactobacillus acidophilus*, T4 fermentado con *Lactobacillus acidophilus*. Los aditivos se les administro cada 3 días, con dosis de 1 mL de acuerdo a los tratamientos establecidos. Al finalizar el estudio se realizó el sacrificio de los animales y se evaluaron los indicadores productivos (ganancia de peso, ganancia media diaria y conversión alimenticia); salud (casos diarreicos y mortalidad), carne (Color, pH y Compacidad). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS 2.5. obteniendo como resultados que la adición de probióticos a partir de subproductos agroindustriales que contienen *Lactobacillus acidophilus* y *Kluyveromyces fragilis* juntos en suspensión, mejoran los indicadores productivos, la salud, la calidad de la carne y la canal, gracias a un probable efecto sinérgico entre sí.

Palabras clave: *Lactobacillus acidophilus*. *Kluyveromyces fragilis*. Calidad de la carne. Calidad de la canal.

Abstract:

Bioadditives with probiotic capacity included in the diet of animals in appropriate quantities have a positive impact on animal health; however, their use in developing countries is limited by the high cost of obtaining them. A viable alternative would be the use of probiotics generated from agro-industrial by-products, so in this study we set out to evaluate the effect of bioadditives from agro-industrial by-products fermented with bacteria and yeasts on the bioproductive behavior, meat quality and carcass of guinea pigs (*Cavia porcellus*). The study used 80 weaned guinea pigs, with 300 ± 10 g body weight and 20 ± 5 days of age, divided into four groups or treatments of 20 animals each, 10 male and female animals were housed separately in each cage: T1 control, T2 fermented with *Kluyveromyces fragilis* spp, T3 fermented with *Kluyveromyces fragilis* spp and *Lactobacillus acidophilus*, T4 fermented with *Lactobacillus acidophilus*. The additives were administered every 3 days, with doses of 1 mL according to the established treatments. At the end of the study, the animals were slaughtered and the production indicators (weight gain, average daily gain and food conversion), health (diarrheal cases and mortality), meat (Colour, pH and Compactness) were evaluated. The data were analyzed with the statistical package SPSS 2.5. obtaining the results that the addition of probiotics from agro-industrial by-products containing *Lactobacillus acidophilus* and *Kluyveromyces fragilis* together in suspension improves production indicators, health, quality of meat and carcass, thanks to a probable synergistic effect between them.

Keywords: *Lactobacillus acidophilus*. *Kluyveromyces fragilis*. Meat quality. Carcass quality.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | 4 |
| DEDICATORIA..... | 11 |
| AGRADECIMIENTOS | 13 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 14 |
| 2. OBJETIVOS | 16 |
| 2.1. Objetivo general del proyecto | 16 |
| 2.2. Objetivos específicos..... | 17 |
| 3. HIPÓTESIS | 17 |
| 4. REVISIÓN LITERARIA..... | 17 |
| 4.1. Generalidades | 17 |
| 4.2. Tipos de cuyes por su conformación | 17 |
| 4.3. Parámetros productivos de cobayos tipo A. | 18 |
| 4.4. Anatomía digestiva. | 18 |
| 4.5. Fisiología digestiva. | 19 |
| 4.6. Intestino Delgado..... | 20 |
| 4.7. Intestino Grueso | 20 |
| 4.8. Ciego..... | 21 |
| 4.9. Uso de bioaditivos en la producción de cobayos..... | 22 |
| 4.9.1. Mecanismos de acción de los probióticos en la producción animal..... | 23 |
| 4.9.1.1. Adherencia a la pared intestinal..... | 23 |
| 4.9.1.2. Producción de sustancias antibacterianas y enzimas..... | 23 |
| 4.9.1.3. Sobre la actividad nutricional de los animales | 24 |
| 4.9.1.4. Exclusión competitiva | 24 |
| 4.9.1.5. Producción de ácido láctico | 25 |
| 4.9.2. Bacterias ácido lácticas (BAL) en la producción animal | 25 |
| 4.9.2.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i> | 26 |
| 4.9.2.2. Levaduras en la producción animal | 27 |
| 4.9.2.3. Género <i>Kluyveromyces</i> | 27 |
| 5. MATERIALES Y MÉTODOS | 34 |
| 5.1. Área de estudio: | 34 |
| 5.2. Tipo y tamaño de la muestra: | 34 |
| 5.3. Animales y dieta basal:..... | 35 |
| 5.4. Sistema de manejo de los animales. | 35 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.5. | Bioaditivos..... | 36 |
| 5.6. | Suministro de los aditivos microbianos a los cuyes:..... | 36 |
| 5.7. | Parámetros productivos..... | 36 |
| 5.8. | Sacrificio de los animales y recolección de datos..... | 37 |
| 5.9. | Evisceración y obtención de los quintos cuartos. | 37 |
| 5.10. | pH..... | 38 |
| 5.11. | Compacidad de la canal | 39 |
| 5.12. | Color de la carne | 40 |
| 6. | Análisis estadístico..... | 41 |
| 7. | RESULTADOS Y DISCUSION | 42 |
| 8. | CONCLUSIONES..... | 52 |
| 9. | RECOMENDACIONES | 52 |
| 10. | REFERENCIAS..... | 53 |
| 11. | ANEXOS | 59 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1. | Parámetros productivos de los cobayos..... | 18 |
| Tabla 2. | Tratamientos evaluados en el estudio..... | 34 |
| Tabla 3. | Ganancia de peso | 43 |
| Tabla 4. | Ganancia de peso y peso a los 90 días de edad | 44 |
| Tabla 5. | Ganancia media diaria 90 días de edad..... | 45 |
| Tabla 6. | Conversión alimenticia | 47 |
| Tabla 7. | Índice de compacidad | 48 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1. | Anatomía del Sistema Digestivo del cobayo (<i>cavia porcellus</i>) | 19 |
| Figura 2. | <i>Lactobacillus Acidophilus</i> M.R.S Agar. Tomado de (Gil, 2018) | 26 |
| Figura 3. | Levadura <i>K. marxianus</i> , a) en cultivo en medio líquido y b) en cultivo en medio sólido YPD. Tomado de (Barbosa, 2017) | 27 |
| Figura 4. | Incremento periódico de peso | 42 |
| Figura 5. | Conversión Alimenticia..... | 46 |
| Figura 6. | Calculadora de colores del sistema CIE-L*ab con delta E Calculator | 51 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | | |
|----------------------|---|----|
| Fotografía 1. | canal con líneas de corte en autòpodos y cabeza..... | 38 |
| Fotografía 2. | corte longitudinal evidenciando vísceras abdominales y torácicas..... | 38 |
| Fotografía 3. | Determinación de la medida del pH sobre el músculo longissimus dorsi..... | 39 |
| Fotografía 4. | Longitud de la canal..... | 40 |
| Fotografía 5. | Peso de la canal caliente | 40 |

Fotografía 6. Determinación del color sobre el músculo *rectus abdominis*41

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribucion de las unidades experimentales59
Anexo 2. Toma del peso inicial y areteado de las unidades experimentales.....59
Anexo 3. Inoculación de los probióticos a cada unidad experimental.....60
Anexo 4...Peso de forraje verde y residuo.....61
Anexo 5. Peso final acumulado61
Anexo 6. Sacrificio, escaldado, pelado, eviscerado y lavado de las unidades experimentales.61
Anexo 7. Recolección de datos63
Anexo 8. Recolección de datos64

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el repositorio institucional

Verónica Elizabeth Once Carabajo, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"EFECTO DE BIOPREPARADOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO BIOPRODUCTIVO, CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) DE ENGORDE"**, de conformidad con el art. 114 del CODIGO ORGANICO DE LA ECONOMIA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACION reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad lo dispuesto en el Art. 114 de la ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 26 de Julio del 2022



Verónica Elizabeth Once Carabajo

C.I: 0105140263

Cláusula de Propiedad Intelectual

Verónica Elizabeth Once Carabajo, en calidad de autor/a del trabajo de titulación **"EFECTO DE BIOPREPARADOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO BIOPRODUCTIVO, CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) DE ENGORDE"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 26 de Julio del 2022



Verónica Elizabeth Once Carabajo

C.I: 0105140263

Cláusula de Propiedad Intelectual

Marco Vinicio Coyago Sánchez, en calidad de autor/a del trabajo de titulación **"EFECTO DE BIOPREPARADOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO BIOPRODUCTIVO, CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) DE ENGORDE"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 26 de Julio del 2022



Marco Vinicio Coyago Sánchez

C.I: 0105791487

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el repositorio institucional

Marco Vinicio Coyago Sánchez, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"EFECTO DE BIOPREPARADOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO BIOPRODUCTIVO, CALIDAD DE LA CANAL Y CARNE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) DE ENGORDE"**, de conformidad con el art. 114 del CODIGO ORGANICO DE LA ECONOMIA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACION reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad lo dispuesto en el Art. 114 de la ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 26 de Julio del 2022



Marco Vinicio Coyago Sánchez

C.I: 0105791487

DEDICATORIA

A mi madre, que con su amor y atenciones me brinda su apoyo en cada dificultad que se me presente, me ha enseñado a ser valiente y cumplir con las metas que me proponga, ha sido siempre la luz que guía mi vida.

A mi hermano Enrique, que siempre ha estado presente en cada dificultad de mi vida, le agradezco por todo lo que ha hecho por mí.

A mi hijo, mi Frank Carlos, quien es mi fuente de inspiración e impulso, a ellos les debo mi amor y mi vida. A ellos les dedico el presente trabajo y le doy gracias a Dios por tenerlos junto a mí.

Verónica

A mis padres que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, me han ayudado a salir adelante en momentos difíciles y me motivaron para alcanzar mis anhelos.

A todos mis hermanos quienes son mi soporte, con sus consejos y ayuda me han brindado su cariño y apoyo, aun mas a aquellos que pese a la distancia me motivan cada día a seguir adelante.

Marco

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradecer a Dios por su presencia en nuestras vidas, por darnos la fuerza suficiente para enfrentarnos a los retos que se nos presenta, una de ellas nuestra carrera profesional.

A la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca y a cada maestro que hizo posible este proceso integral de formación.

A nuestros asesores de tesis:

*Al **Dr. José Miranda**, quien por motivos de fuerza mayor no pudo acompañarnos como tutor hasta la culminación de este proyecto, pero desde que comenzamos el presente trabajo ha sido, nuestro mentor y gran amigo, nos ha brindado su apoyo, conocimiento, y experiencia científica hasta el final de nuestra investigación.*

*Al **Dr. Cornelio Rosales**, por su generosidad al brindarnos apoyo en cada momento y permitir nutrirnos de sus conocimientos y experiencia científica cuando lo hemos requerido, por su dedicación y contribución imprescindible como nuestro tutor para la culminación de la investigación.*

*A la **Dra. Davinia Sánchez**, docente de la UNACH por su importante aporte, permitiéndonos recurrir a sus conocimientos y brindarnos las facilidades para el desarrollo de la parte final de este trabajo facilitándonos los equipos y la guía necesaria.*

*Al **Dr. Gonzalo López, Dr. Guillermo Guevara, Ing. Pedro Nieto**, quienes con sus conocimientos nos han brindado la guía necesaria y han contribuido de gran manera a la realización de este trabajo.*

Finalmente agradecemos a nuestros familiares y amigos que han estado apoyándonos a lo largo de este camino.

Verónica y Marco

1. INTRODUCCIÓN

La producción de cobayo en los países andinos (Perú, Ecuador, Bolivia) ha ido aumentando en los últimos años ante la creciente demanda de su carne en la población local, teniendo similar comportamiento la demanda internacional de este producto (Naranjo & Simbaña, 2015). Según Utrera & Mayorga (2019), el 65% de los consumidores se encuentran en el sector rural, mientras que el 35% restante corresponde al sector urbano; según datos proporcionados por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, “el consumo per/cápita del sector rural se encuentra en 1,41 Kg/mes, 16,90 Kg/año equivalente a un promedio de 8 cuyes al año, mientras que, en el sector urbano, el consumo per/cápita es de 0,710 Kg/mes, 8,52 Kg/año equivalente a 4 cuyes al año”(Cedillo & Quizhpi, 2017)

Una de las alternativas para mejorar la producción a partir del año 2000 ha sido la inclusión de productos promotores de crecimiento como los antibióticos, siendo los más utilizados porque cumplen también como bactericidas para el tratamiento sub-terapéutico de algunas enfermedades (Canchigna, 2012). Sin embargo, el uso indebido de estos antibióticos sobre todo por el irrespeto en el tiempo de retiro, ha generado residuos que se alojan a nivel de los músculos y las demás vísceras de los animales sacrificados (Tamayo, 2020).

Según Revelo, et al. (2012), el uso inadecuado de los antibióticos promotores del crecimiento (APC's) provocan alteración en la microbiota intestinal, generando disminución de cantidad de la microbiota natural que compiten con agentes patógenos, exponiéndose al riesgo de enfermedad.

En caso de los cuyes, la mayoría de los residuos de los APC's se ha visto almacenado en el hígado, músculos, riñones y tejido subcutáneo (Ampuero, 2018). Este riesgo ha motivado la búsqueda de alternativas que mejoren el desempeño productivo de los animales en un grado similar a los APC's sin presentar perjuicios a la salud del consumidor final.

Una de estas alternativas es el uso de bioaditivos obtenidos a partir de microorganismos con acción probiótica. Cano, et al., (2016); Pedemonte, (2018); Valdizán, (2018) reportan efectos positivos de estos productos en la salud humana y animal y demuestran efectos positivos sobre los índices productivos en cuyes, en el control de los agentes patógenos y la disminución en la tasa de mortalidad; Richardson, (2000), reporta mejoría en la salud de los animales afectados por *Escherichia coli* al emplear *Lactobacillus rhamnosus*. Estos bioaditivos benéficos mantienen saludable al tracto digestivo mediante la adherencia y la inhibición del crecimiento de patógenos en los animales; además de cumplir la función de un promotor natural del crecimiento siendo capaces de reducir los síntomas de estrés, evidenciándose una clara ventaja sobre los APC, además de no requerir tiempo de retiro (Canchigna, 2012).

Pedemonte (2018), menciona que los cobayos descendientes de madres que consumieron probióticos nacieron con peso mayor al promedio y al destete obtuvieron mejor ganancia de peso, también el número de gazapos nacidos vivos de las camadas fueron superiores con relación al grupo control.

La carne de cuy está considerada como un producto de gran calidad por las propiedades que posee, y, cuando hablamos de calidad de la carne nos enfocamos particularmente en la glicólisis que tiene lugar en la musculatura de los cobayos tras el faenado, esta glicólisis proporciona consecuencias sobre la capacidad de retención hídrica, el pH final, la dureza y el color, la combinación de estos factores determinara la calidad de la carne. La mayoría de los estudios que tratan aspectos de calidad de la carne han sido realizados sobre el músculo *Longissimus dorsi* que es un músculo blanco con alta capacidad glicolítica. (Flores, 2016)

Los alimentos suministrados, con el aporte de nutrientes necesarios y los aditivos incluidos en la ración alimenticia tienen efecto sobre los aspectos como el rendimiento de la canal, el estado de engrasamiento, el olor, pH, terneza de la carne, la consistencia y el color de la grasa. Los primeros aspectos que el consumidor considera a la hora de comprar carne son el color y el contenido de grasa de cobertura e infiltrada. El color está relacionado con el grado de oxidación de la

mioglobina, que a su vez depende del grado de protección de la misma frente a los pro-oxidantes, pero el contenido graso está relacionado fundamentalmente con el plano nutricional durante el período previo al sacrificio. (Carcelen, 2021)

Las propiedades tecnológicas de la carne permiten evaluar su aptitud y comportamiento en las etapas de conservación, comercialización, industrialización y preparación para el consumo, dentro de ellas están:

- El pH, relacionado con la susceptibilidad de la carne al deterioro y se usa para decidir sobre el tipo de procesamiento al que se va a destinar la carne.
- La capacidad de retención de agua, determina la pérdida de peso, principalmente por liberación de jugos, que se producen en toda la cadena de transformación de la carne, pudiendo también afectar a su calidad, especialmente en términos de jugosidad y palatabilidad. (Alarcon, 2015)
- El color, está relacionado con la concentración de mioglobina y pigmentos proteicos presentes en el músculo, pudiendo ser afectado por las enzimas, la dieta, la edad del animal e incluso la actividad realizada por el animal. (Alarcon, 2015)

Todas estas propiedades determinarán la calidad de la carne, por ello, en el presente estudio tomaremos como referencia estos aspectos para determinar la calidad de las canales de los cobayos confrontando los diferentes aditivos suministrados en el experimento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general del proyecto

- Evaluar el efecto de los probióticos obtenidos a partir de subproductos agroindustriales fermentados con bacterias ácido-lácticas y levaduras sobre los índices bioproductivos, calidad de la canal y la calidad de la carne de cobayos al final de la etapa de engorde.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento productivo en los cobayos.
- Evaluar la calidad de la canal y la calidad de la carne de cuy al finalizar la etapa de engorde.

3. HIPÓTESIS

El empleo de probióticos desarrollados a partir de subproductos agroindustriales fermentados con bacterias y levaduras, mejoran el comportamiento bioproductivo, la calidad de la canal y la calidad de la carne en cobayos al término de la etapa de engorda.

4. REVISIÓN LITERARIA

4.1. Generalidades

El cobayo (*Cavia porcellus*) es oriundo de los Andes de Sudamérica, comprendiendo las zonas de Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador, fueron domesticados alrededor del año 2000 a. C. y sirvieron de gran aporte en la nutrición de los pueblos precolombinos que valoraron a los cobayos por su exquisitez y como fuente de proteína de origen animal (Carcelen, 2021).

4.2. Tipos de cuyes por su conformación

- Cuyes mejorados o tipo A: son cobayos que tienen una conformación marcada dentro de un paralelepípedo, se caracterizan por tener nariz roma y ser razas productoras de carne. Tienen buena longitud y profundidad, estos expresan el mayor grado de desarrollo muscular que está fijada en una buena base ósea, además son de temperamento tranquilo, responden positivamente a un buen manejo y tiene excelente conversión alimenticia.
- Cuyes criollos o tipo B: son cobayos de forma angulosa cuyo cuerpo es poco profundo y de desarrollo muscular escaso, la cabeza es triangular y alargada

con una mayor variabilidad en el tamaño de las orejas, además son de temperamento muy nervioso lo que dificulta su manejo. (Cedillo Ramón & Quizhpi Guamán, 2017)

4.3. Parámetros productivos de cobayos tipo A.

Tabla 1. Parámetros productivos de los cobayos.

| CARACTERÍSTICAS | |
|-------------------------------|-------------------|
| Promedio fertilidad | 95% |
| Tamaño de la camada | 2.22 – 2,61 crías |
| Empadre machos | 90-120 días |
| Empadre Hembras | 80-100 días |
| Periodo de gestación | 68 días |
| Gestación post parto | 54.55% |
| PARÁMETROS PRODUCTIVOS | |
| Peso vivo al nacimiento | 153-176 gr. |
| Peso vivo al destete | 248-326 g. |
| Conversión alimenticia | 3.03 |
| Rendimiento de carcasa | 73 % |

g, gramos. **%**, por ciento. Datos tomados de (Ataucusi, 2015), (Yamada, 2018)

4.4. Anatomía digestiva.

El sistema digestivo del cobayo está conformado por varias zonas y cada porción del tracto digestivo cumple una función específica como: el metabolismo, absorción de nutrientes y la eliminación de los desechos mediante las heces, además, del proceso de cecotrofia típico de estas especies de animales. (Richardson, 2000)

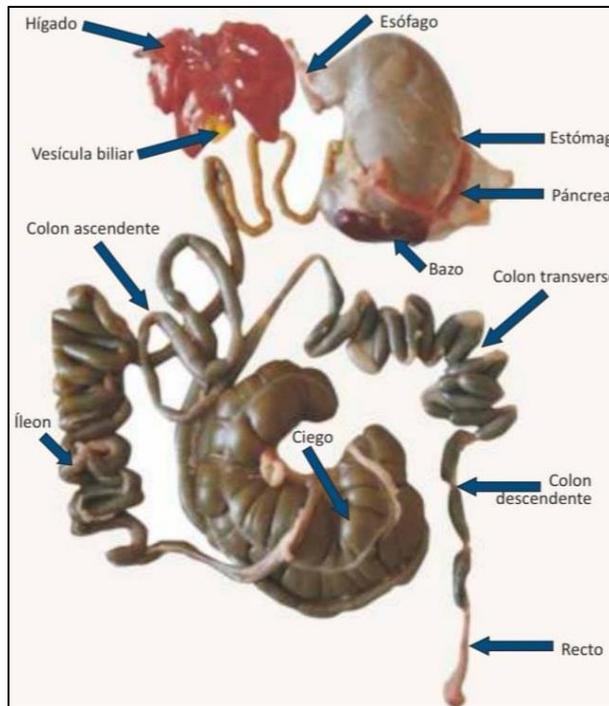


Figura 1. Anatomía del Sistema Digestivo del cobayo (*cavia porcellus*)

Datos adoptados de fotografías publicadas por (Perú, 2019)

4.5. Fisiología digestiva.

El estómago del cobayo se encuentra revestido por epitelio glandular que secreta ácido clorhídrico y pepsinógeno que permite degradar el alimento convirtiéndolo en quimo, el ácido gástrico permite eliminar a las bacterias que se han ingerido con el alimento, protegiendo la salud del organismo. La anatomía del cobayo minimiza su capacidad para vomitar debido a que poseen un esfínter con una estructura muy fuerte (Bament, 2012).

Los cobayos adultos generalmente tienden a un comportamiento semejante a un poligástrico más que al de un monogástrico estricto debido a la degradación de celulosa. Las raciones alimenticias que requiere esta especie, están conformadas por energía, fibra, carbohidratos, aminoácidos, minerales y vitaminas (Huaman, 2018). Además, esta especie tiene una particularidad muy importante en su fisiología digestiva conocida como el proceso de cecotrofia, el mismo que

normalmente lo realizan durante la noche, donde el animal vuelve a consumir sus heces blandas que contienen nutrientes de alto valor biológico (nitrógeno proteico y no proteico) que todavía no fueron absorbidos por el intestino delgado, esta actividad lo realiza de manera fisiológica la misma que se debe distinguir de la patología conocida como coprofagia en donde consume cualquier tipo de heces (Abad & Narváez, 2018).

4.6. Intestino Delgado

Anatómicamente este órgano mide aproximadamente de 1,25 m de longitud y es la parte más extensa del tracto digestivo, se halla dividido en tres porciones que comprende el duodeno, yeyuno e íleon, de los cuales el duodeno es considerado el más corto con 10 a 12 cm de longitud, seguido por el íleon con 10 cm aproximadamente y el yeyuno que es la porción más larga con alrededor de 95 cm de longitud. (Bament, 2012).

Entre sus funciones encontramos: la degradación del quimo, una limitada absorción de nutrientes tales como agua, sodio, vitaminas y ácidos grasos de cadena larga. Para la degradación del quimo el intestino delgado recibe el jugo pancreático que contiene enzimas y a su vez secreta el jugo intestinal que también contiene enzimas, las cuales ayudan a la digestión final de las proteínas y convierte los azúcares en compuestos más sencillos a nivel del duodeno. Otra función que cumple este órgano es permitir el paso de los nutrientes hacia el torrente sanguíneo, cumple con la función peristáltica que obliga al material que no es digerido a pasar al ciego (Vivas, 2013).

4.7. Intestino Grueso

El intestino grueso mide de 70 a 75 cm de longitud, no contiene ningún apéndice cecal colon sigmoide o apéndice vermiforme. (Hardagen & Singer, 2019)

Es un órgano sumamente desarrollado. Comprende el ciego, colon ascendente, colon transverso, colon descendente, recto y ano. En el colon ascendente destacan

la ampolla y el asa espiral, el intestino grueso presenta modificaciones macro y microscópicas para así descomponer las grandes cantidades de alimento rico en celulosa. En el caso del cuy criollo estudiado bajo condiciones experimentales se demostró que la mayor, media y menor actividad fermentativa sobre el alimento se da respectivamente en el ciego, colon proximal y estómago respectivamente. Adicionalmente se encontró que la magnitud de la digestión microbiana cecal del cuy criollo guarda cierta similitud con la encontrada en los dos primeros compartimentos estomacales de los rumiantes. (Jara M. , 2018)

4.8. Ciego

Este órgano está formado por tres porciones; cuerpo, apéndice y saco redondo o válvula íleo-cecal, recibe los restos del quimo proveniente del intestino delgado a través de la válvula íleo-cecal. Es la porción más dilatada del tracto digestivo y ocupa hasta un 70% de la cavidad abdominal, mide entre 15 - 20 cm de longitud, corresponde al 15% del peso vivo y su principal función es sintetizar gran cantidad de vitaminas a través de la fermentación microbiana (Hardagen & Singer, 2019).

En el ciego ocurren los procesos fermentativos de los restos alimenticios fibrosos que no pudieron ser absorbidos en la primera porción del tracto gastrointestinal, por lo que se denomina al cobayo como fermentador post-gástrico, igualmente se realiza la clasificación de las heces para la cecotrofia. Luego de la ingesta de los alimentos, el tránsito a través del estómago e intestino delgado es rápido tardándose aproximadamente 2 horas en llegar el contenido intestinal hacia el ciego donde se demora hasta 48 horas, esta característica de los cobayos les permite una mayor absorción de nutrientes tales como los ácidos grasos de cadena corta. También se le reconoce como una porción individualizada del intestino grueso por su anatomía en forma de un apéndice tubular sin salida y su gran volumen con una capacidad de 250 a 600 ml. Posterior a la homogeneización del contenido ocurren una serie de fenómenos bioquímicos y biológicos, clasificando el contenido de la siguiente manera:

1. alimento
2. secreciones digestivas
3. microbiota natural (Molina, 2019).

Las bacterias que habitan el ciego de los cobayos en su mayoría son bacterias gram-positivas que degradan la fibra consumida permitiendo un mayor aprovechamiento de los nutrientes: intervienen en la producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína de origen microbiano y vitaminas del complejo B. Además, contribuye a cubrir los requerimientos nutricionales gracias a la reutilización del nitrógeno través de la cecotrofia (FAO, 2000).

4.9. Uso de bioaditivos en la producción de cobayos

El término probiótico proviene etimológicamente del griego “pro bios” (por la vida) que fue descrito por Vergio en 1954 contrario al término antibiótico que significa (contra la vida). Son microorganismos vivos que al ser ingeridos en dosis apropiadas permiten mantener el equilibrio intestinal favoreciendo la salud; entre las especies más utilizadas están; los *Lactobacillus*, las levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, algunas cepas de *E. coli* y *Bacillus* (Guarner et al., 2017).

Estos microorganismos se adicionan al alimento para mejorar su utilización, su ventaja sobre los antibióticos usados como promotores es la de no ser absorbidos en el tracto gastrointestinal, por lo tanto, no existe inconvenientes de residuos en los tejidos. Existen varios estudios sobre los probióticos con objetivo de ampliar su uso y determinar los límites de su eficacia (Gil, 2018).

Se ha comprobado que, los probióticos provocan efectos que promueven la salud a través de varios mecanismos, intervienen en la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), mejoran la función de barrera del epitelio intestinal, suprimen el crecimiento de bacterias patógenas y aumentan la actividad inmunitaria del huésped. También, los probióticos alteran la fermentación colónica y estabilizan la microbiota simbiótica, mejorando la interacción dinámica entre la comunidad bacteriana residente y el huésped (Maccaferri, 2012).

4.9.1. Mecanismos de acción de los probióticos en la producción animal

Los mecanismos de acción de los probióticos no se han descrito en su totalidad, sin embargo se han citado procesos importantes que incluyen inducción a un pH inferior a cuatro por la producción de ácidos grasos de cadena corta que inhiben el crecimiento de patógenos, producción de ácido láctico, disminución de la permeabilidad intestinal, aumento de la actividad de la lactasa, exclusión competitiva y efectos sobre la inmunidad (Revelo, et al., 2012).

4.9.1.1. Adherencia a la pared intestinal

Algunos probióticos tienen la capacidad de adherirse a los enterocitos lo que facilita la captura y metabolismo de los nutrientes del lumen intestinal, evitando que lo puedan hacer los microorganismos patógenos no adheridos, esto se basa en la exclusión competitiva. La exclusión competitiva se aplica principalmente para prevenir la colonización cecal de *Salmonella spp*, sin embargo, también se ha demostrado la reducción del número de *Clostridium perfringens* en el ciego de los cobayos (Valdizán, 2018).

4.9.1.2. Producción de sustancias antibacterianas y enzimas

Los probióticos inhiben el crecimiento de microorganismos perjudiciales que producen toxinas, algunos microorganismos eficientes son capaces de producir sustancias antimicrobianas que modifican la microbiota natural, lo cual ayuda a disminuir la población de agentes patógenos (Saldarriaga, 2018).

Algunas bacterias probióticas tienen la capacidad de producir algunos derivados como ácido láctico, el que acidifica el medio intestinal provocando un ambiente hostil para el crecimiento de bacterias patógenas, reduciendo significativamente su velocidad de multiplicación y mueren a causa de un ambiente poco favorable. Estos tipos de microorganismos se pueden multiplicar y viven en un pH entre 5.5 y 7.5 (Valdizán, 2018).

4.9.1.3. Sobre la actividad nutricional de los animales

El uso de las levaduras como suplemento produce metabolitos secundarios, entre ellos los complementos nutricionales que ayudan en el sistema digestivo, también brindan minerales y vitaminas que mejoran la acción de los microorganismos benéficos permitiendo un mejor desempeño del animal. Además, interactúan en el metabolismo de los lípidos provocando una disminución en los niveles de colesterol y lipoproteínas de baja densidad, así como un incremento de los niveles de lipoproteínas con alta densidad (Valdizán, 2018).

Estudios en los que se usaron *Lactobacillus bulgaricus* en la dieta de pollos de engorde, registraron un incremento significativo en la ganancia de peso, una mayor cantidad de proteínas y grasas e incremento en la disponibilidad del calcio (Olvera, 2017). Rodríguez, (2016) menciona que adicionando *Lactobacillus spp* en la dieta de cerdos se consigue un aumento significativo en la ganancia de peso, aumento en la digestibilidad de nutrientes, aumento de la actividad enzimática en el intestino que mejora la digestibilidad de nutrientes y su absorción, también reporta el incremento de la amilasa, sucrosa y la lactasa al adicionar *Lactobacillus spp* en la dieta de los pollos de engorde y cerdos. La inclusión de *Bacillus amyloliquefaciens*, en la dieta de pollos produce enzimas como la amilasa, celulasa, proteasas y metaloproteasas, también aumenta la altura de las vellosidades intestinales y el área de absorción de nutrientes. (Alarcon, 2015)

4.9.1.4. Exclusión competitiva

Esta característica está determinada por el grado de inhibición que se puede presentar entre dos o más microorganismos, pues la competencia por espacio y nutrientes dentro del tracto gastrointestinal es el mecanismo de acción bactericida más importante, donde uno de los microorganismos prevalece reduciendo la disponibilidad de alimento para los demás. Esta competencia es un fenómeno habitual en el ambiente natural en donde la interacción micro-biológica juega un papel muy importante en el equilibrio entre microorganismos benéficos y patógenos.

Los *Lactobacillus sp.*, *Bifidobacterium sp.* y *Streptococcus sp.* han demostrado inhibir el crecimiento de *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella thyphimurium*, y *Staphylococcus aureus*, por ello al suplementar un microorganismo benéfico durante la alimentación se disminuirá la cantidad de bacterias patógenas que puedan encontrarse gracias a la capacidad que poseen los probióticos para competir por espacio en el organismo, en el medio y en las superficies solidas del cultivo. Cuando el organismo es joven y comienza a nutrirse, es altamente deseable que los microorganismos que primero se establezcan sean benéficos (Ortiz, 2016).

4.9.1.5. Producción de ácido láctico

La capacidad de los probióticos para producir ácido láctico, es la característica más importante existente dentro de los probióticos comerciales. La reducción del pH en el tracto gastrointestinal del animal ayuda a la digestión y mejora la absorción de los nutrientes. Generalmente los *Lactobacillus sp.*, *Bifidobacterium sp.* y *Streptococcus sp.* se emplean como probióticos por su capacidad de producir ácido láctico, además de aumentar la ganancia de peso, la conversión alimenticia y disminuir la incidencia de diarreas. (Ortiz, 2016)

4.9.2. Bacterias ácido lácticas (BAL) en la producción animal

Los *Lactobacillus* son uno de los probióticos más utilizados por sus características de resistencia estable a los jugos gástricos y digestión biliar, no presentan plásmidos, esto les otorga la capacidad de ser estables ante los antibióticos. La membrana de esta especie expresa factores que facilita la adhesión a los enterocitos mediante una proteína extracelular: además, inhiben patógenos como bacterias anaerobias, enterobacterias, *Yersinia enterolítica*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* entre otros (Saldarriaga, 2018).

4.9.2.1. *Lactobacillus acidophilus*.

Los *Lactobacillus acidophilus* pertenecen al grupo de bacterias grampositivas, familia *Lactobacillaceae*, entre sus necesidades nutricionales están: hidratos de carbono, nucleótidos, aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos. En un medio ambiente artificial crecen en el medio de cultivo MRS a 37 °C por 24 - 48 horas, anaerobio y con un pH ácido (4.5 - 6.4) (Ortiz, 2016). Cano, (2016) reporta que la inclusión de una mezcla probiótica en suspensión de *Lactobacillus-Saccharomyces* en la dieta de cobayos, mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia, sin afectar el consumo de materia seca en la etapa de crecimiento y acabado.

En cambio, Molina, (2008) menciona que al administrar dietas con *Lactobacillus acidophilus* y *bacillus subtilis* no reportaron una diferencia estadística significativa en la ganancia de peso frente a la dieta control, pero si una diferencia numérica a favor del tratamiento con *L. acidophilus*, presentando una mayor ganancia de peso. En términos económicos el uso de probióticos es una buena alternativa, puesto que la rentabilidad de una explotación pecuaria depende de la ganancia de peso de los animales.



Figura 2. Lactobacillus Acidophilus M.R.S Agar. Tomado de (Gil, 2018)

4.9.2.2. Levaduras en la producción animal

Estos microorganismos son hongos unicelulares abundantemente distribuidos en la naturaleza y frecuentemente aparecen en forma de polvillo blanco cubriendo frutos y hojas, estos se reproducen asexualmente por gemación multicelular y también por gemación polar (Petrenko, 2005).

4.9.2.3. Género *Kluyveromyces*

En la actualidad *Kluyveromyces marxianus* incluye las especies *K. fragilis*, *K. lactis*, *K. bulgaricus*. La *K. marxianus* es una de las levaduras que más abunda en los productos lácteos. Las especies pertenecientes al género *Kluyveromyces* producen b-galactosidasa y son potentes fermentadoras de la lactosa (Jay, 1994).

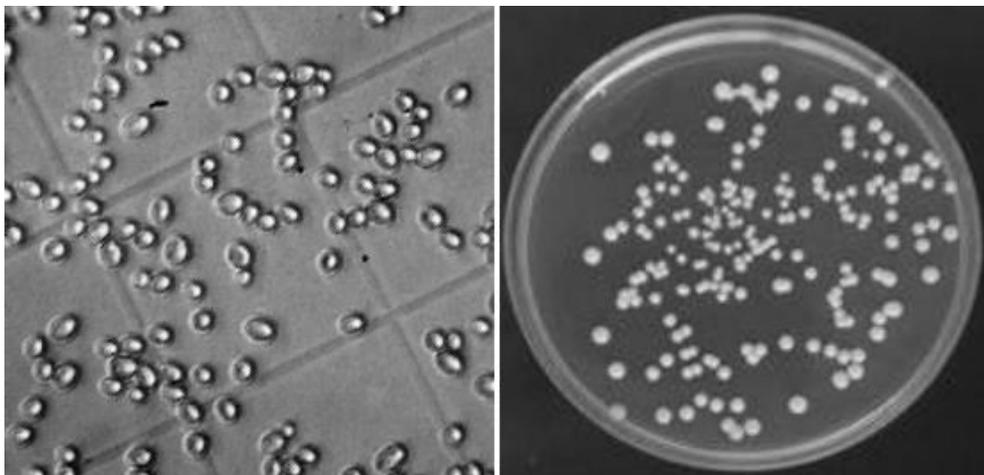


Figura 3. Levadura *K. marxianus*, a) en cultivo en medio líquido y b) en cultivo en medio sólido YPD. Tomado de (Barbosa, 2017)

Debido al interés de la industria alimentaria en la selección de nuevas cepas probióticas, Maccaferri, (2012), evaluó por primera vez el potencial probiótico de *K. marxianus*. Esta cepa está incluida en la lista de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria de agentes biológicos calificados con presunción de seguridad agregados a alimentos y piensos, es incluida en diferentes alimentos funcionales

actualmente comercializados en varios países y es capaz de sobrevivir durante el tránsito gástrico manteniendo su vitalidad y capacidad de fermentación, además que esta levadura puede mejorar el crecimiento y la supervivencia de las bifidobacterias.

Mendoza, (2013) reporta que *Kluyveromyces marxianus* se caracteriza por ser capaz de sobrevivir a condiciones del tracto gastrointestinal, un pH ácido, aumento de concentraciones de sales biliares (0.05 - 0.30%), jugos gástricos hasta en un periodo de 24 horas. La colonización de las levaduras ocurre en el intestino grueso y delgado, un solo inóculo permite la colonización de *K. marxianus* hasta por un periodo de 72 horas en ratones y la inoculación diaria durante siete días aumenta el periodo de colonización hasta por cinco días después de la última inoculación. También *K. marxianus* inhibe el crecimiento de *Klebsiella pneumoniae*.

Olvera (2017), afirma que en un modelo murino el *Kluyveromyces marxianus* se adhiere a células del epitelio gastrointestinal, colonizando el intestino delgado hasta por un lapso de 72 horas y observándose su presencia en los cortes histológicos. También señala que representa una alternativa para el tratamiento de intolerancia a la lactosa, debido a su actividad B-Galactosidasa que degrada la lactosa y estimula la motilidad intestinal para reducir a diarrea osmótica provocada por el consumo de lactosa.

4.10. Calidad de la carne y la canal

4.10.1. Concepto de calidad

A lo largo de los años el concepto calidad aplicado a un alimento es complejo de definir por la variedad de factores comprometidos en su manejo, también varía con el tiempo y con el espacio, por el índole geográfico, cultural, religioso, psicológico y más, pero en general, se puede admitir que la calidad es la adecuación del producto al uso que se le vaya a dar (Alarcon, 2015).

4.10.2. Calidad de la canal

La calidad de la canal es el grado de adaptación a la carnicería, es la capacidad del productor para brindar el máximo de músculos y el mínimo de huesos y desechos de grasa. En los mercados generalmente depende de las proporciones relativas en términos de hueso, músculo, grasa y desechos variando de unas canales a otras según la especie, por lo que, su valor dependerá del desarrollo diferencial que ha tenido lugar desde el momento de la concepción hasta el sacrificio (Alarcon, 2015).

4.10.3. Parámetros que definen la calidad de la canal

4.10.3.1. Conformación

La conformación es semejante a la morfología de una canal y mediante su valoración se procura medir la cantidad de carne consumible haciendo énfasis de sus partes más selectas. También puede definirse como el espesor de la carne y de la grasa subcutánea con relación a las dimensiones del esqueleto tomando en cuenta la forma general de la canal su grado de redondez y de compacidad (Molina, 2008).

4.10.3.2. Estado de engrasamiento

Es la relación de grasa que muestran las canales con respecto a su peso. Es el factor que ocasiona mayor variación en el precio comercial de una canal porque la cantidad de grasa influye en la ternura de la carne debido a que las canales más grasas se enfrían más lentamente por lo que se resulta unas carnes más tiernas (Jara J. , 2007).

Con respecto a la calidad, la canal ideal es aquella que posee un alto porcentaje de tejido muscular, con una gran cantidad de grasa infiltrada y una cantidad de grasa de cobertura limitada, que permita reducir las pérdidas de humedad de la canal tras el sacrificio y protegerla de la desecación y de las contaminaciones bacterianas en la cámara frigorífica (Jara J. , 2007).

4.10.3.4. Transformación del músculo en carne y pH.

La carne es el resultado de una serie de transformaciones y de reacciones bioquímicas que tienen lugar en el músculo tras la muerte del animal. Cuando el animal muere el músculo se ve privado de riego sanguíneo y por tanto de oxígeno, esto hace que se bloquee la síntesis de ATP que es la fuente ordinaria de obtención de energía muscular con lo cual el músculo se ve obligado a adquirir esa energía por vía anaerobia a partir del glucógeno de reserva dando lugar a la producción de ácido láctico. También se da la liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico hacia el espacio miofibrilar conduciendo a un descenso del pH muscular, a la unión irreversible de las proteínas musculares (actina y miosina) y en consecuencia a un acortamiento muscular. De esta forma se instaura el *Rigor mortis* etapa en la que empeoran las características sensoriales de la carne, aumenta la dureza, disminuye la capacidad de retención de agua y aumenta la cantidad de jugo expelido (Alarcon, 2015).

La duración de esta etapa es de 24 horas post-sacrificio, momento a partir del cual se estabiliza el pH y comienza la etapa de maduración en la que mejoran las características de la carne produciéndose un ablandamiento de ésta, un ligero incremento de la capacidad de retención de agua y el desarrollo de aromas característicos.

Para definir las características organolépticas y tecnológicas de la carne tiene importancia el valor del pH final (a las 24 horas post-sacrificio), en cuyes se considera adecuado entre 5,5 y 5,6. Este pH final va a determinar todas las características organolépticas de la carne: color, textura, jugosidad, flavor y demás particularidades. Hay una relación muy significativa entre el pH y la ternera, la jugosidad es mínima cuando el pH se aproxima a 6, de igual manera existe una estrecha relación entre el pH final con respecto a la ternera y capacidad de retención de agua del músculo, manifestándose los efectos de la raza y de la dieta como secundarios (Alarcon, 2015).

En animales que llegan al sacrificio muy fatigados, el pH desciende escasamente y muy despacio porque el glucógeno se ha consumido antes del sacrificio y como consecuencia el pH final es elevado dando lugar a las carnes DFD (dark, firm, fry),

la cual es una carne oscura, de textura basta y con elevada capacidad de retención de agua. Si por el contrario el animal sufre estrés en el momento previo al sacrificio, la temperatura corporal aumenta de forma que las reservas de glucógeno se consumen rápidamente y la caída del pH es acelerada y mucho mayor, dando lugar a las carnes PSE, que son carnes claras, exudativas y con una escasa capacidad de retención de agua. De lo anterior se deduce la gran importancia que tiene el estrés y el manejo previo al sacrificio del animal (Jara J. , 2007).

4.10. Pérdidas por goteo

Las pérdidas de agua se originan por los cambios de volumen en las miofibrillas causados por el *Rigor mortis* cuando las miofibrillas se encogen por el descenso del pH o por la contracción subsiguiente a la unión de las cabezas de la miosina a los filamentos de la actina. El fluido que se expele se acumula entre los haces de fibras. Cuando se corta un músculo, este fluido acuoso drena por la superficie a favor de la gravedad, si su viscosidad es bastante baja y las fuerzas de capilaridad no lo retienen (Sanchez, 2017).

4.11. Color.

Desde un punto de vista físico, el color de la carne es el resultado de la distribución espectral de la luz que la ilumina y de la intensidad de la luz reflejada por su superficie. Se considera como una característica tridimensional de los objetos, determinada por un atributo de claridad y dos atributos cromáticos, el tono y la saturación.

El color de la carne es uno de los atributos más valorados por el consumidor al momento de la compra hasta el punto de ser considerado uno de los criterios preferenciales para el consumidor que comúnmente prefiere carne de color rojo brillante, mientras que rechaza la de color apagado o pardo. Sin embargo, en la aceptación del color influyen factores geográficos, sociales, culturales, por lo que la generalización en este parámetro es compleja. El color de la carne depende de la concentración de mioglobina, del estado químico en que se encuentre, de la

estructura de la superficie y de la proporción de grasa intramuscular (Sanchez, 2017).

La mioglobina es el más importante de los pigmentos de la carne, ejerce funciones de almacenamiento y transporte de oxígeno necesarios para el músculo, su concentración aumenta a medida que crece la demanda de oxígeno y es superior en los músculos más activos, en los animales de mayor edad y diferente entre las distintas especies domésticas. La hemoglobina en los animales mal sangrados, los citocromos y los flavonoides pueden influir en el color de la carne, en su contenido en humedad y grasa intramuscular. (Flores, 2016)

En la carne fresca la mioglobina se puede presentar en tres formas básicas:

- Mioglobina reducida, de color rojo púrpura encontrada en el interior de la carne y se puede apreciar en carne recién cortada,
- Oximioglobina, de color rojo cereza y se forma cuando la mioglobina entra en contacto con el oxígeno del aire, y
- Metamioglobina de color parduzco, formada tras la oxidación prolongada de las anteriores.

La mioglobina también puede adoptar otras formas por acción bacteriana Sulfomioglobina, Carboximioglobina en productos ahumados y Nitrosomioglobina en curados. (Alarcon, 2015)

Factores como el pH, la capacidad de retención de agua, el veteado, el tejido conectivo, el tamaño de las fibras musculares y la desnaturalización de las proteínas, afectan a las propiedades ópticas de la carne y tienen influencia sobre en el color.

La estructura de la carne está relacionada con el pH, porque al descender el pH a valores próximos al punto isoeléctrico de las proteínas, disminuyen los grupos iónicos libres para ligar el agua perdiendo la capacidad de retención de la misma, las cadenas de proteína se unen dando lugar a una estructura cerrada que impide que la luz penetre fácilmente y es reflejada, dando lugar a un color más claro. Si el

pH es elevado aumenta la capacidad de retención de agua y las fibras musculares se hinchan, la estructura miofibrilar es más abierta por la retención de agua entre las cadenas proteicas, de esta forma la superficie de la carne refleja una menor cantidad de luz y su color aparece más oscuro. (Flores, 2016)

4.12. Medición del color.

La medición del color de la carne se realiza mediante instrumentos físicos como reflectómetros, colorímetros y espectrofotómetros, son métodos que permiten evaluar los cambios de color a lo largo del tiempo sobre una misma superficie y permiten cuantificar el porcentaje relativo de mioglobina reducida, oximioglobina y metamioglobina en la superficie de la carne.

Los colorímetros de tipo "tristimulus" son los más empleados actualmente. Estos aparatos constan básicamente de una fuente de luz estandarizada (el iluminante C) y un observador, que mide la cantidad de luz reflejada a través de tres filtros (rojo, verde y azul), que corresponden a la sensibilidad del ojo humano. El color se describe con arreglo a tres coordenadas tridimensionales; la primera indica el brillo o luminosidad, y las otras dos coordenadas de cromaticidad, sitúan la medida obtenida en relación a los colores básicos rojo, verde y azul (Sanchez, 2017).

La Comisión Internacional de la Iluminación (Commission International del Eclairage CIE), ha definido una serie de iluminantes y observadores estándar recomendados para el estudio del color. El sistema obtiene los valores triestímulo CIE en base al espectro visible, definiendo tres colores primarios: rojo (X), verde (Y) y azul (Z). A partir de ellos se calculan matemáticamente las coordenadas tricromáticas de color L^* (luminosidad), a^* (rojo-verde), b^* (amarillo-azul) y las magnitudes psicofísicas H^* (tono) y C^* (croma) para el espacio de color CIE_LAB. Este método presenta gran similitud con la uniformidad visual humana, donde las distancias equitativas en el sistema representan aproximadamente las distancias equitativas visuales (Universidad Politecnica de Valencia, 2020).

Coordenada L^* : Varios autores mencionan que la luminosidad de la carne depende de varios factores como el pH, la capacidad de retención de agua, la humedad, la

integridad de la estructura muscular, y en menor medida del grado de oxidación de los hemopigmentos.

Coordenada a*: la coordenada rojo-verde, está relacionada con el contenido de mioglobina, dando un mayor valor de a* en aquellas carnes con mayor contenido en mioglobina.

Coordenada b*: el valor de la coordenada amarillo-azul ha sido relacionado con los distintos estados de la mioglobina y el estado de engrasamiento porque se observan que las "carnes grasas" presentan valores de b* similares a los obtenidos para las "carnes magras". Este comportamiento podría deberse a una mayor contribución en "componentes amarillos" por parte de la grasa. (Alarcon, 2015)

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio:

El trabajo experimental se desarrolló en la provincia del Azuay, cantón Cuenca, parroquia Siníncay, barrio Chictarrumi coordenadas geográficas (Longitud: - 2.869474681936018, - Latitud: 79.01438689155925). El lugar se encuentra a 2640 metros sobre nivel del mar (msnm), temperatura mínima y máxima de 8 – 25 °C, respectivamente y humedad relativa anual de 80%.

5.2. Tipo y tamaño de la muestra:

En el estudio se empleó un total de 80 crías de cobayos, distribuidos de manera aleatorizada en cuatro grupos, conformados por 20 animales 50% machos y 50% hembras. Todos los animales provinieron de un mismo criadero, seleccionados de acuerdo a su edad y peso, fueron alimentados con el mismo balanceado y forraje, así como con el mismo manejo sanitario. Al ingreso de los animales para el estudio, pasaron previamente una etapa de cuarentena y acondicionamiento. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes (tabla 2):

Tabla 2. Tratamientos evaluados en el estudio

| Tratamientos | Dosis y sustratos a emplearse |
|--------------|--|
| T1 | Dieta basal sin aditivo |
| T2 | Dieta basal + 1.00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con <i>K. fragilis</i> (7.4×10^6 UFC/mL) |
| T3 | Dieta basal + 1.00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de <i>K. fragilis</i> y <i>L. acidophilus</i> spp |
| T4 | Dieta basal + 1.00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con <i>L. acidophilus</i> spp (8.1×10^7 UFC/mL) |

UFC, unidades formadoras de colonia. **ml**, mililitros

5.3. Animales y dieta basal:

Los animales estudiados tuvieron 300 ± 10 g de peso vivo (PV) y 20 ± 3 días de edad. el alimento se ofreció dos veces al día en el siguiente horario: 07:00 am y 7:00 pm, la misma estuvo compuesta por 80% forraje constituido por *Iolium perenne* y *Pennisetum clandestinum*, 20% balanceado comercial, según los requerimientos nutricionales para cada etapa productiva de cuyes de acuerdo a lo recomendado por las normas NRC (1995). Además, se suministró agua a voluntad a todos los animales que estuvieron sometidos en el estudio.

5.4. Sistema de manejo de los animales.

Los animales estuvieron alojados en 8 jaulas de 1×1 m², en cada jaula se alojaron 10 animales. Cada tratamiento estuvo compuesto por 20 animales, se alojaron 10 hembras y 10 machos en jaulas por separado para cada tratamiento. La temperatura del galpón se mantuvo entre 14 - 18 °C e iluminación natural. Las camadas de cada tratamiento estuvieron ubicadas distantes unas de otras, con un cuartón intermedio a ambos lados del pasillo, para evitar la autoinoculación. Todos los animales en estudio recibieron las atenciones veterinarias según la Guía de Manejo de cuyes de (Vivas, 2013)

5.5. Bioaditivos.

Los probióticos utilizados fueron donados por el laboratorio de la facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad de Cuenca, donde se obtuvieron siguiendo la metodología descrita por Miranda, et al, (2018). El probiótico A (T2), estuvo compuesto por *Kluyveromyces fragilis* spp (7.4×10^6 UFC/mL) y probiótico B (T4), con bacterias ácido lácticas del género *Lactobacillus acidophilus* (8.1×10^7 UFC/mL) y el probiótico C (T3) fue un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* Spp.

5.6. Suministro de los aditivos microbianos a los cuyes:

Cada tratamiento recibió 1 ml de probiótico designado /animal (10 ml/ en cada grupo) mezclado con el alimento balanceado, cada 3 días:

- **T1:** tratamiento control, 1 ml/animal de agua destilada
- **T2:** 1 ml/animal sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* (7.4×10^6 UFC/mL)
- **T3:** 1 ml/animal sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp
- **T4:** 1 ml/animal sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp (8.1×10^7 UFC/mL)

5.7. Parámetros productivos.

El pesaje de las crías se realizó al inicio y posteriormente tres veces por semana, este procedimiento se realizó en el horario de la mañana (8:00 am), para ello se empleó una balanza de precisión (BPS Plus BOECO) previamente calibrada con un margen de error ± 1.00 g. Con esta información se calculó la ganancia de peso (GP), ganancia media diaria (GMD) y la conversión alimenticia. Para evaluar los parámetros productivos se emplearon las siguientes formulas:

- $GP = \text{peso final} - \text{peso inicial};$
- $GMD = GP \text{ periodo} / \text{días del periodo};$

- $CA = GP / \text{consumo de alimento} \times 100$.

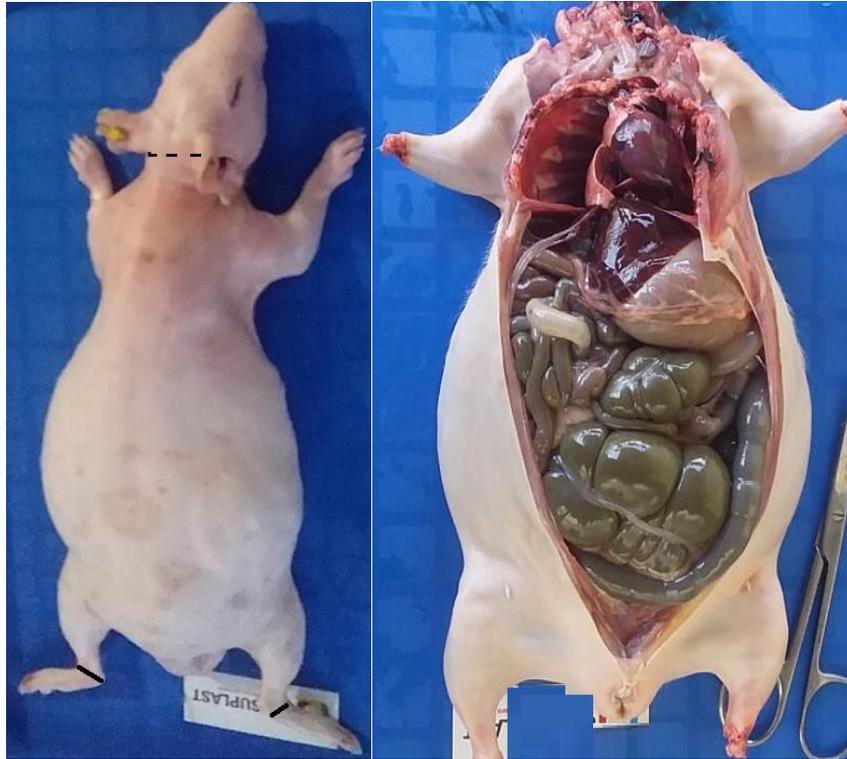
5.8. Sacrificio de los animales y recolección de datos.

Al finalizar el estudio (90 días de experimentación), se sacrificaron a todos los animales en estudio considerando un ayuno de 12 horas. Previo al sacrificio los cuyes fueron pesados para posteriormente ser aturdidos mediante la técnica de desnucamiento a nivel de la articulación atlanto-occipital; el desangrado se realizó mediante un corte unilateral de la vena yugular y arteria carótida, según la metodología descrita por (Sanchez, 2017).

Luego se procedió con el escaldado sumergiendo 20 segundos al animal en agua previamente atemperada a 70°C, a continuación, se procedió con el pelado extrayendo el pelaje en su totalidad.

5.9. Evisceración y obtención de los quintos cuartos.

Antes de la evisceración se realizó un corte en la articulación atlanto-occipital y la vértebra cervical, también un corte a la altura de la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana, para conseguir una canal sin autópodos y cabeza. Seguidamente se procedió con la extracción de las vísceras realizando un corte longitudinal dejando al descubierto la cavidad torácica y abdominal, evitando tocar algún órgano del aparato digestivo que pudiese contaminar la canal. Por último, se procedió al lavado de la canal para pesarla nuevamente y obtener el peso de la canal caliente.



Fotografía 1. canal con líneas de corte en autòpodos y cabeza.

Fotografía 2. corte longitudinal evidenciando vísceras abdominales y torácicas.

5.10. pH

Para determinar el pH en la carne de cobayo se realizó una incisión en el músculo *longissimus dorsi*, posteriormente mediante la inserción de un electrodo delgado conectado a un pH-metro portátil, se determinó los valores de pH a los 15, 45 minutos y 24 horas post sacrificio.



Fotografía 3. Determinación de la medida del pH sobre el músculo longissimus dorsi.

5.11. Compacidad de la canal

Fue determinada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de la canal caliente(kg) / longitud de la canal (cm).}$$

El peso de la canal caliente es el peso tomado después del desangrado, pelado, eviscerado y lavado, mientras que la longitud de la canal está definida como la longitud existente entre la articulación atlanto-occipital y la articulación sacro-coxígea.



Fotografía 4. Longitud de la canal

Fotografía 5. Peso de la canal caliente

5.12. Color de la carne

Se determinó mediante el uso de un espectrofotómetro manual CIELAB (CIE 1976). El color de la carne y de los productos cárnicos es un indicador de la calidad, los consumidores establecen relaciones color-frescura y por lo tanto color-calidad. El color de la carne se obtuvo mediante el colorímetro (minolta Chromameter CR, Japón) utilizando el sistema CIE Lab*, mediante las coordenadas L^* , a^* , b^* , C^* , y H . La Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) precisa el sistema más usado y eficaz para la descripción del color, basado en el uso de observadores y fuentes de iluminación estándar. La ventaja de utilizar este espacio de color (CIE-Lab) estriba en su similitud con la uniformidad visual humana. El sistema obtiene los valores triestímulo CIE en relación con el espectro visible, definiendo tres colores primarios: rojo (X), verde (Y) y azul (Z). A partir de ellos se calculan matemáticamente las coordenadas de color L^* (luminosidad), a^* (rojo-verde), b^* (amarillo-azul). El parámetro L^* varía de 0 (negro) a 100 (blanco), el valor de a^* puede ser positivo ($a^* > 0$, rojo) o negativo ($a^* < 0$, amarillo) o negativo ($b^* < 0$, azul). (Sanchez, 2017)



Fotografía 6. Determinación del color sobre el músculo *rectus abdominis*

6. Análisis estadístico.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico SPSS.25; se empleó un diseño completamente al azar. Se utilizó una prueba de normalidad para cada variable y para aquellas que mostraron una distribución normal se empleó pruebas paramétricas (ANOVA) y en los casos necesarios pruebas pos-hoc (Duncan) para la comparación de medias, en los casos que no siguieron una distribución normal se emplearon pruebas no paramétricas (Kruskall-Wallis) y los casos que requirieron comparación de medias la prueba de U de Mann-Whitney con intervalo de confianza del 95%.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Peso acumulado y Ganancia de peso

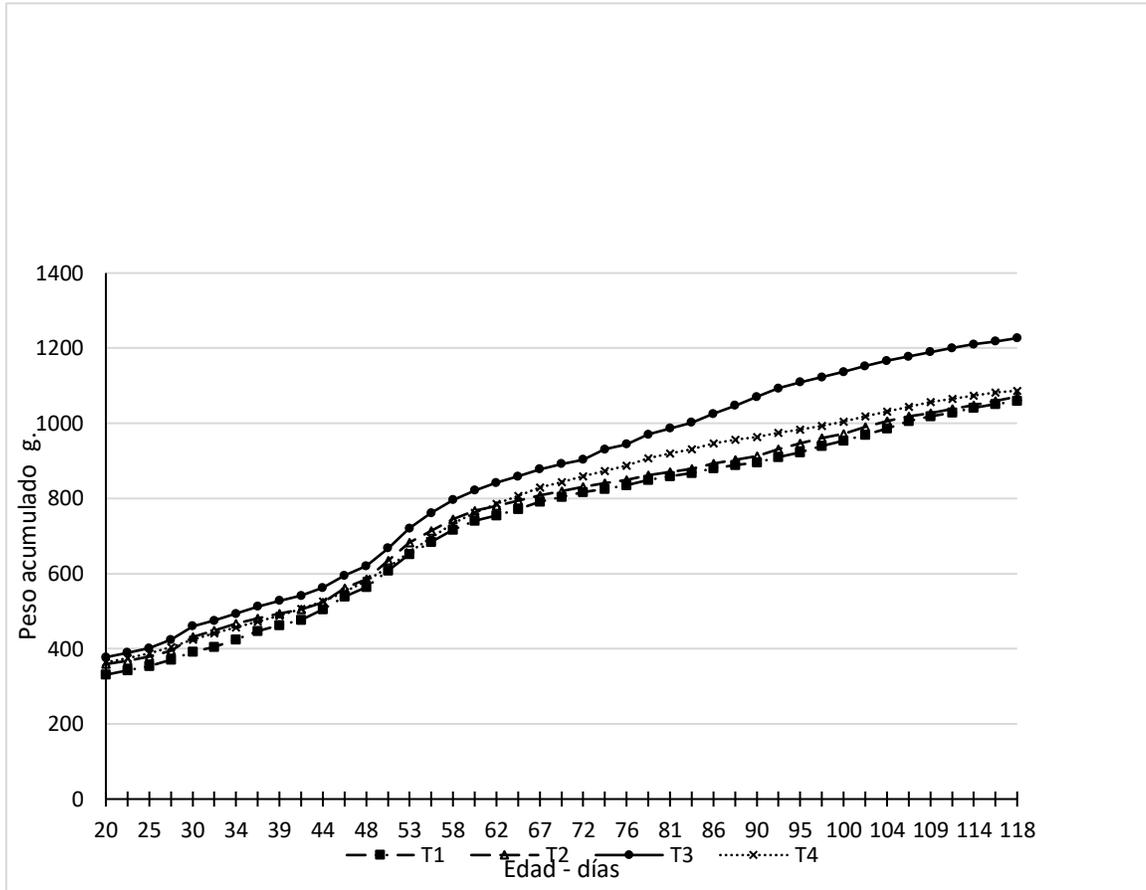


Figura 4. Incremento periódico de peso

Tabla 3. Ganancia de peso

| Edad/ días | T1 | T2 | T3 | T4 |
|------------|----------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| | Media ± DE | Media ± DE | Media ± DE | Media ± DE |
| 20 | 330,75 ± 62,45a | 359,2 ± 47,93ab | 377,6 ± 23,69b | 363,8 ± 52,17b |
| 25 | 353,65 ± 59,88a | 378,65 ± 47,58ab | 401,75 ± 23,44b | 387,35 ± 61,17b |
| 30 | 391,85 ± 60,07a | 431,25 ± 50,44b | 460,1 ± 30,96b | 424,65 ± 67,9a |
| 34 | 424,15 ± 63,02a | 466,1 ± 57,3b | 493,5 ± 29,83b | 456,8 ± 71,78a |
| 39 | 462,15 ± 68,75a | 493,4 ± 61,44ab | 527,5 ± 31,97b | 488,45 ± 77,28ab |
| 44 | 504,7 ± 71,75a | 522,95 ± 67,39ab | 562,65 ± 36,24b | 526,75 ± 84,28ab |
| 48 | 564,7 ± 78,34a | 584,85 ± 72,04ab | 620,3 ± 41,52b | 580,7 ± 87,27ab |
| 53 | 652,3 ± 102,4a | 682,95 ± 85,86ab | 720,7 ± 48,16b | 657,55 ± 95,5a |
| 58 | 717,16 ± 117,45a | 744,45 ± 99,45ab | 795,95 ± 54,23b | 733,2 ± 109,13a |
| 62 | 754,68 ± 124,78a | 780,75 ± 100,49ab | 841,5 ± 71,88b | 785,3 ± 122,85ab |
| 67 | 790,95 ± 129,03a | 807,68 ± 101,95ab | 878,15 ± 86,32b | 828,95 ± 128,4ab |
| 72 | 817,11 ± 129,91a | 831,26 ± 102,58ab | 903,35 ± 96,32b | 859,55 ± 129,8ab |
| 76 | 834,47 ± 126,35a | 848,63 ± 105,17a | 944,47 ± 84,47b | 887,3 ± 130,28ab |
| 81 | 859,16 ± 125,25a | 870,74 ± 111,23a | 986,74 ± 92,87b | 919,4 ± 133,13ab |
| 86 | 880,58 ± 127,09a | 893,68 ± 120,7a | 1025,21 ± 103,38b | 946,05 ± 135,76a |
| 90 | 895,95 ± 127,94a | 912,63 ± 124,97a | 1070,53 ± 116,31b | 963,65 ± 139,51a |
| 95 | 922,05 ± 125,71a | 946,32 ± 134,55a | 1109,47 ± 132,76b | 983,9 ± 144,87a |
| 100 | 953,26 ± 126,58a | 972,63 ± 140,91a | 1137,16 ± 143,14b | 1003,95 ± 150,07a |
| 104 | 986,32 ± 127,75a | 1006,21 ± 146,45a | 1166,21 ± 154,58b | 1031,35 ± 156,81a |
| 109 | 1018,84 ± 128,19a | 1027,42 ± 146,24a | 1190,05 ± 163,51b | 1056,9 ± 159,58a |
| 114 | 1041 ± 125,97a | 1048,11 ± 146a | 1209,95 ± 169,54b | 1074,1 ± 161,96a |
| 118 | 1058,95 ± 122,33a | 1071,05 ± 142,56a | 1226,74 ± 175,63b | 1086,75 ± 164,19a |

Los resultados obtenidos para peso acumulado muestran que los tratamientos T3 y T4 poseen diferencia significativa desde el día 20 hasta el día 34 de edad ($P > 0,05$). A partir de esa edad, el tratamiento T3 evidencia diferencia significativa ($P < 0,05$) con respecto a los demás, manteniéndose esta tendencia hasta el final del experimento. A los 90 días de edad T3 obtuvo un peso acumulado de 1070 g, mientras que T1 (895 g), T2 (912 g) y T4 (963 g); estos resultados son más altos con respecto a los obtenidos por Tapie (2011), que reportó un peso acumulado de

1013,75 g a los 90 días de edad para el tratamiento con la inclusión de una mezcla probiótica de *Lactobacillus* – *Sacharomyces*, y a los obtenidos por Cano, (2016) quien obtuvo 631 g a los 70 días con la inclusión de la mezcla probiótica *Lactobacillus* – *Bifidobacterium* - *Saccharomyces*, en comparación con nuestros resultados obtenidos 891 g en T3 y 844 g en T4 a los 70 días; sin embargo son un poco menores a los obtenidos por Ortiz (2016) a los 63 días de edad, quien utilizó una mezcla probiótica de *Lactobacillus Acidophilus*- *Bacillus Subtilis* y obtuvo 913 g de peso acumulado. La mejor ganancia de peso acumulado posiblemente está relacionado a la capacidad de los *Lactobacillus* para producir ácido láctico, el cual reduce el pH del tracto digestivo y mejora la absorción de los nutrientes; de igual forma el uso de los *Kluyveromyces fragilis* como aditivo produce metabolitos secundarios que son una fuente nutricional para los cobayos, producen vitaminas y forman un complejo sinérgico con los *Lactobacillus* permitiéndoles colonizar de manera eficaz el tracto gastrointestinal y mejorar el desempeño productivo del animal. Olvera, (2016) menciona que adicionando *Lactobacillus spp* en la dieta de cerdos, también reportaron un aumento significativo en la ganancia de peso, en la digestibilidad de nutrientes, en la actividad enzimática del intestino que mejoró la digestibilidad de nutrientes y su absorción.

Tabla 4. Ganancia de peso y peso a los 90 días de edad

| Tratamiento | n | Peso inicial | Ganancia de peso | Peso total 90 días |
|-------------|----|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Media ± DE | Media ± DE | Media ± DE |
| T1 | 19 | 330,75 ± 62,45 | 567,16 ± 118,28 ^a | 895,95 ± 127,94 ^a |
| T2 | 19 | 359,2 ± 47,93 | 557,05 ± 104,63 ^a | 912,63 ± 124,97 ^a |
| T3 | 19 | 377,6 ± 23,69 | 692,74 ± 115,86 ^b | 1070,53 ± 116,31 ^b |
| T4 | 20 | 363,8 ± 52,17 | 599,85 ± 117,6 ^a | 963,65 ± 139,51 ^a |

Letras distintas en columna indica diferencias significativas (p<0,05)

La ganancia de peso durante el periodo de crianza no evidencia diferencia significativa (P>0,05) entre los tratamientos T1, T2 Y T4, con incrementos de (567.16, 557.05 y 599.85 g) respectivamente, sin embargo al compararlos con el tratamiento T3 existe diferencia significativa (P<0,05), pues T3 obtuvo un

incremento de peso de 692.74 g, pudiendo relacionar con los resultados obtenidos por Molina, (2008) con un peso de 691,67 a los 77 días de edad de los cobayos en el tratamiento en el cual utilizo 50 mg de *L. acidophilus* por Kg de concentrado y fue el tratamiento con mayor peso del experimento. Sin embargo, el trabajo de Guevara & Carcelén (2014), quienes evaluaron el efecto del *Lactobacillus* sobre los parámetros productivos en cuyes, resaltan que no existe diferencias estadísticas significativas para la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, además recalcan que los valores obtenidos al usar *Lactobacillus* como probióticos, son similares a los que obtuvieron usando dietas suplementadas con levaduras.

Tabla 5. Ganancia media diaria 90 días de edad

| Tratamiento | n | GMD |
|-------------|----|--------------------------|
| | | Media ± DE |
| T1 | 19 | 8,10 ± 1,69 ^a |
| T2 | 19 | 7,96 ± 1,49 ^a |
| T3 | 19 | 9,90 ± 1,65 ^b |
| T4 | 20 | 8,57 ± 1,68 ^a |

Letras distintas en columna indica diferencias significativas (p<0,05)

La ganancia media diaria de peso (GMD) a los 90 días de edad, no representa diferencia significativa (P>0,05) entre los tratamientos T1, T2 y T4 que obtuvieron una GMD de 8.1 g, 7.9 g y 8.5 g respectivamente, pero si existió una diferencia significativa (P<0,05), con respecto a T3 que obtuvo 9.9 g. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rodríguez, (2004) que menciona que el grupo con adición de *L. acidophilus* a la dieta registró mayores ganancias de peso de 9.0 g/animal/día, mientras que el testigo expresó ganancias de 8.2 g/animal/día. También Schiffrin et al. (1997) demostró que los *Lactobacillus* aumentan el sistema inmune de la mucosa y son capaces de adherirse a la mucosa intestinal y estimular

las células fagocíticas más eficientemente que otras bacterias. De la misma manera Perdigón (2004), reportó que los *Lactobacillus* se adhieren a la mucosa intestinal y resisten a la bilis de ratones de seis semanas y encontró bacterias probióticas presentes en el lumen del intestino y en la superficie apical de las células epiteliales. Sin embargo, Ortiz, (2016) concluye que el *Lactobacillus spp.* no tiene efecto en el incremento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes en fase de cría y recria, pero si mostraron órganos sin lesiones macroscópicas que determinan infección por *Salmonella*, por ello se determinó que el *Lactobacillus spp.* posiblemente tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de *Salmonella spp.* mediante exclusión competitiva.

7.2. Conversión alimenticia

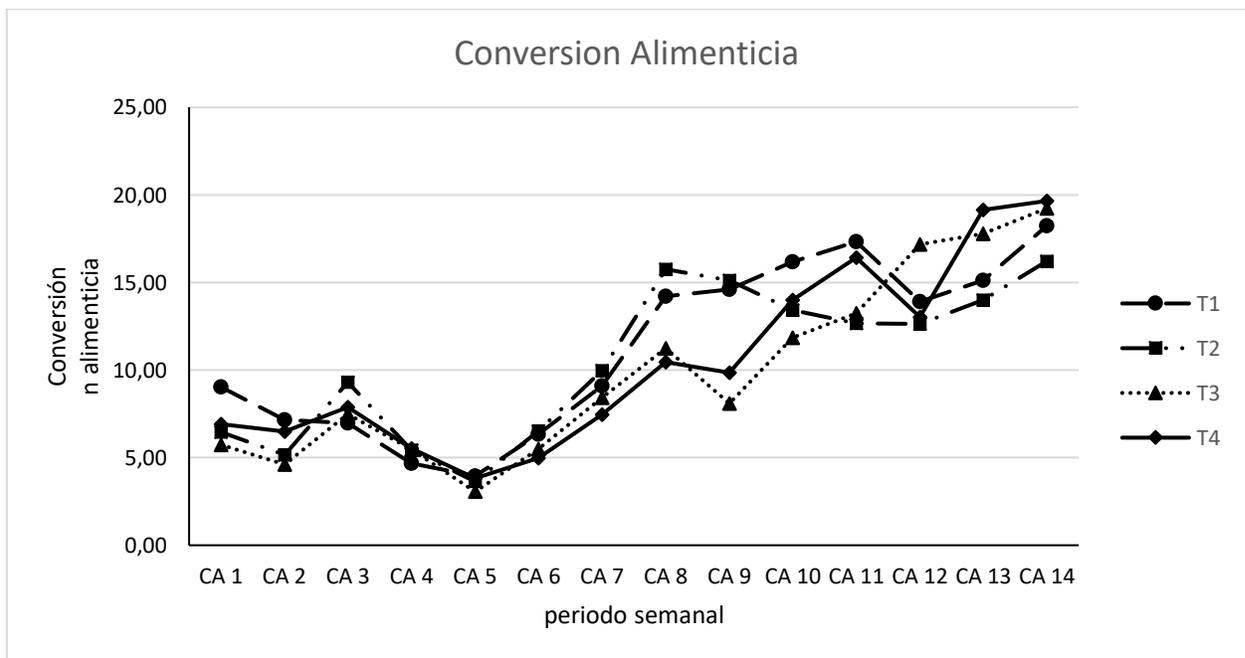


Figura 5. Conversión Alimenticia

Tabla 6. Conversión alimenticia

| Semana | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | Media ± DE | Media ± DE | Media ± DE | Media ± DE |
| 1 | 9,04 ± 7,34a | 6,45 ± 2,45ab | 5,73 ± 3,01b | 6,9 ± 4,86ab |
| 2 | 7,15 ± 4,09a | 5,14 ± 3,08ab | 4,6 ± 1,41b | 6,49 ± 3,03ab |
| 3 | 6,98 ± 1,88a | 9,31 ± 1,31b | 7,5 ± 1,52a | 7,89 ± 3,53ab |
| 4 | 4,68 ± 1,63a | 5,43 ± 2,2a | 5,47 ± 2,11a | 5,53 ± 1,84a |
| 5 | 3,95 ± 2,56a | 3,63 ± 1,44a | 3,06 ± 0,62a | 3,82 ± 1,23a |
| 6 | 6,34 ± 2,27a | 6,51 ± 1,99a | 5,5 ± 1,94ab | 4,99 ± 1,56b |
| 7 | 9,1 ± 3,99ab | 9,97 ± 4,44b | 8,42 ± 4,31ab | 7,47 ± 2,59a |
| 8 | 14,22 ± 5,24ab | 15,76 ± 5,32b | 11,23 ± 9,03a | 10,47 ± 4,91a |
| 9 | 14,6 ± 7,62a | 15,12 ± 7,53a | 8,1 ± 2,68b | 9,86 ± 4,73b |
| 10 | 16,16 ± 6,77a | 13,44 ± 5,22a | 11,86 ± 17,76a | 13,99 ± 6,16a |
| 11 | 17,34 ± 9,7a | 12,66 ± 7,45a | 13,25 ± 7,51a | 16,41 ± 8,86a |
| 12 | 13,47 ± 5,86a | 12,63 ± 5,96a | 17,18 ± 10,59a | 13,04 ± 6,39a |
| 13 | 15,11 ± 9,89a | 13,99 ± 4,64a | 17,77 ± 12,36a | 19,13 ± 10,5a |
| 14 | 18,23 ± 8,6a | 16,22 ± 7,86a | 19,24 ± 10,42a | 19,66 ± 8,18a |

En la conversión alimenticia semanal se observa una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos T1, T2 con respecto a T3 y T4 desde la primera hasta la novena semana del experimento, siendo mejores los índices de conversión de T3 y T4; A partir de esta semana no existe diferencia significativa ($P > 0,05$) entre los tratamientos. Esto concuerda con lo mencionado por Rivera, (2018) quien no reportó diferencias significativas para los tratamientos que tenían como aditivo *Saccharomyces* y *Lactobacillus* frente al grupo control en la etapa de crecimiento - engorde. Por otra parte, Tortuero, (1973) demostró que el suministro de cepas puras de *Lactobacillus acidophilus* en pollos de ceba disminuye el síndrome de mala absorción y producía una mejora en la conversión alimenticia. Todo esto posiblemente está relacionado con lo que menciona Pérez, et al (2002), en el sentido de que los *Lactobacillus* contribuyen al incremento de la absorción de nutrientes, debido a que degradan moléculas grandes en otras más pequeñas, de fácil difusión por la pared intestinal; así como la producción de vitaminas y ácidos grasos de cadena corta, que acidifican el lumen intestinal acelerando las reacciones

bioquímicas de la digestión todo lo cual mejora la digestibilidad de los nutrientes y con ello la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

g7.3. Índice de compacidad

Tabla 7. Índice de compacidad

| Tratamiento | n | g/cm |
|-------------|----|----------------------------|
| | | Media ± DE |
| T1 | 10 | 21,695 ± 2,44 ^a |
| T2 | 10 | 22,047 ± 1,55 ^a |
| T3 | 10 | 24,045 ± 2,21 ^b |
| T4 | 10 | 23,07 ± 2,23 ^{ab} |

Letras distintas en columna indica diferencias significativas (p<0,05)

En el índice de compacidad podemos observar una diferencia significativa (P<0,05), entre los tratamientos T1, T2 con respecto al tratamiento T3 y T4 que son los que obtuvieron un mejor índice de compacidad. Esto puede ser debido a que los grupos que recibieron *Lactobacillus* como aditivo mejoraron el rendimiento productivo de los cobayos, por lo tanto, tuvieron un mejor desarrollo muscular. Bocard et al., (1964) concluye que a medida que aumenta el peso en la canal, las diversas medidas de anchura y longitud de igual forma progresan, la variación de la mayoría de estas medidas puede explicarse por la diversificación en el peso de la canal.

7.4. Ph de la canal

Tabla 6. pH de la canal a diferentes tiempos

| Tratamiento | 15min | 45min | 24h |
|-------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| T1 | 7,52 ±0,13 ^a | 7,13±0,15 ^a | 6,56±0,17 ^a |

| | | | |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| T2 | 7,03±0,12 ^b | 7,04±0,10 ^a | 6,54±0,25 ^a |
| T3 | 6,62±0,27 ^c | 5,81±0,28 ^b | 5,12±0,16 ^b |
| T4 | 6,81±0,13 ^d | 6,62±0,12 ^c | 5,12±0,10 ^b |

Letras distintas en columna indica diferencias significativas (p<0,05)

Los tratamientos T1 y T2 presentan diferencia significativa (P<0.05) frente a los tratamientos T3 y T4 los que poseen un pH muscular menor a los 15, 45 minutos y 24 horas post-sacrificio. Alarcón (2016), menciona que los cobayos con un pH adecuado para el consumo son aquellos que poseen valores entre 5,5 y 5,6 el cual otorga características deseables a la carne, como la terneza, jugosidad y el color. El pH está directamente relacionado con la calidad de las carnes, y tiene gran influencia en la textura, la capacidad de retención de agua, la resistencia al desarrollo microbiano y el color de las carnes. Por eso es importante establecer un nivel adecuado de pH pues ciertas enzimas críticas como la fosfofrutoquinasa se inhiben y reacciones metabólicas como la glucólisis cesan, esta última, deberá ser completa y lenta para mantener un nivel óptimo de pH, de esta manera podemos decir que las carnes con mejor calidad pertenecen a los grupos T3 y T4.

7.5. Color de la carne

Tabla 7. Color de la carne mediante la escala de medición del color (CieLab*)

| Tratamiento | n | L* | a* | b* | c* | h* |
|-------------|----|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | (luminosidad) Media ± DE | (rojo-verde) Media ± DE | (amarillo-azul) Media ± DE | (croma) Media ± DE | (tono) Media ± DE |
| T1 | 10 | 53,43 ± 3,50 a | 15,18 ± 2,27 a | 7,8 ± 0,71 a | 16,76 ± 2,62 a | 27,61 ± 3,63 a |
| T2 | 9 | 54,6 ± 1,62 a | 14,82 ± 1,33 a | 7,77 ± 1,26 a | 16,52 ± 1,92 a | 27,96 ± 2,93 a |
| T3 | 10 | 49,98 ± 3,95 b | 14,89 ± 2,50 a | 6,09 ± 0,67 b | 16,05 ± 2,28 a | 21,94 ± 4,27 b |
| T4 | 10 | 49,58 ± 2,79 b | 14,46 ± 1,46 a | 6,19 ± 0,87 b | 15,8 ± 1,72 a | 23,77 ± 2,45 b |

Letras distintas en columna indica diferencias significativas (p<0,05)

El color de la carne, presentó diferencia significativa ($P < 0,05$) para las coordenadas que indican luminosidad (L^*), coordenada (b^*) que representa el color amarillo- azul y la coordenada (h^*) que representa las magnitudes psicofísicas o tono de la carne en los tratamientos T1, T2 frente a los grupos T3 y T4, los mismos que obtuvieron una menor luminosidad estando relacionados con el menor pH que presentan. Esto se explica ya que cuando desciende el pH también disminuyen los grupos iónicos libres para ligar el agua perdiendo la capacidad de retención de la misma, entonces las cadenas de proteína se unen dando lugar a una estructura cerrada que impide que la luz penetre fácilmente y sea reflejada, dando lugar a un color más claro.

Por el contrario, en los tratamientos T1 y T2 el pH es elevado y aumenta la capacidad de retención de agua y las fibras musculares se hinchan, la estructura miofibrilar es más abierta por la retención de agua entre las cadenas proteicas, de esta forma la superficie de la carne refleja una menor cantidad de luz y su color aparece más oscuro y clara lugar a las carnes DFD (dark, firm, fry), la cual es una carne oscura, de textura basta y con elevada capacidad de retención de agua.

Respecto a la coordenada b^* se puede mencionar que los tratamientos T3 y T4 poseen diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a T1 y T2, pues obtuvieron un menor valor para los colores amarillo azul que están relacionados con el estado de la mioglobina y el estado de engrasamiento, pudiendo deberse al estrés pre-sacrificio y las horas de ayuno donde los cobayos pueden movilizar gran cantidad de reservas de grasa para cubrir las necesidades.

La coordenada h^* es la responsable del tono de la carne, es decir los tratamientos T1 y T2 obtuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) por poseer un mayor valor para h^* , estas canales tendrán un tono más acentuado en las carnes dependiendo de la mezcla del color de las otras variables.

En cuanto a las variables a^* y c^* , se refieren a las coordenadas de rojo-verde y croma respectivamente. En este caso la coordenada a^* al igual que b^* está relacionada con la cantidad de mioglobina en la carne por lo cual podemos definir que entre los diferentes grupos de estudio no existió una diferencia significativa

($P > 0,05$) en la cantidad de mioglobina muscular. Mancini y Hunt, (2005) definen en vacunos que dentro de los pigmentos hemínicos, la mioglobina es la principal proteína responsable del color de la carne de vacuno. Castrillon (2005), expone que la grasa dorsal de las canales ejerce una acción protectora sobre los músculos, regulando por una parte el enfriamiento de los mismos y evitando por otra el oscurecimiento de la carne como consecuencia de la oxidación de la mioglobina.

En cuanto a la coordenada c^* Chromaflo, (2022) menciona que los colores con un alto grado de croma se ven ricos y completos, pero los colores con un bajo grado de croma se ven opacos o pálidos, y no existió diferencia significativa ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

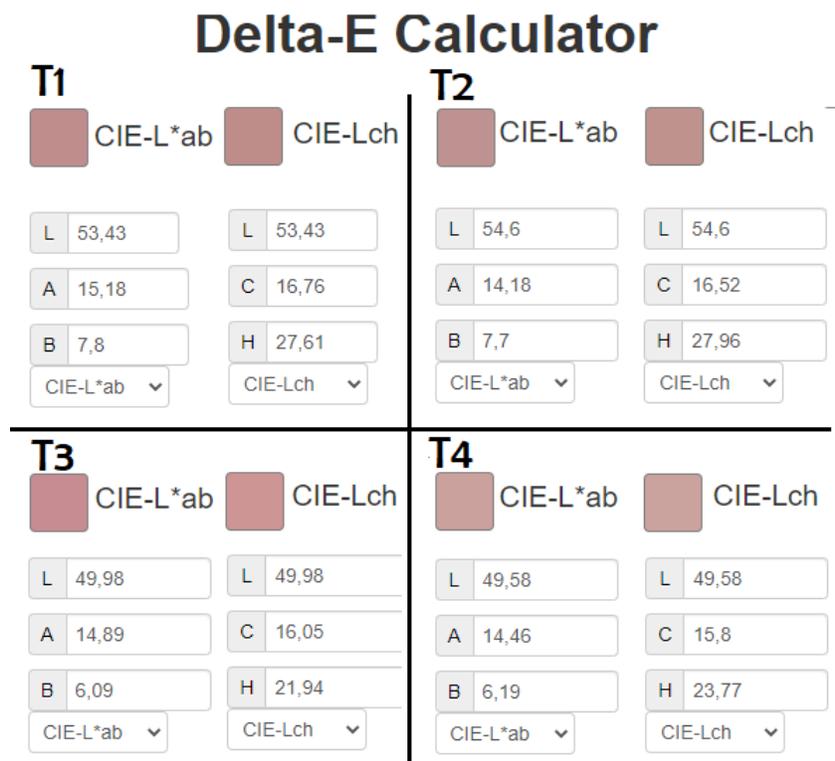


Figura 6. Calculadora de colores del sistema CIE-L*ab con delta E Calculator
 Datos obtenidos de (Delta-E Calculator, 2022)

Del análisis de color, podemos concluir que las canales de cobayos que poseen una mejor calidad y cumplen con los requerimientos del consumidor como, ternera,

retención adecuada de líquidos, color rosa brillante y un pH adecuado, son aquellas provenientes de los cobayos que estuvieron expuestos a una dieta que contenía *Lactobacillus acidophilus* y también la mezcla probiótica *Lactobacillus acidophilus-Kluyveromyces fragilis*, correspondiendo a los tratamientos T4 y T3 respectivamente.

8. CONCLUSIONES

1. El empleo de probióticos desarrollados a partir de subproductos agroindustriales fermentados con bacterias y levaduras, mejoran el comportamiento bioproductivo, la calidad de la canal y la calidad de la carne en cobayos al término de la etapa de engorda.
2. El suministro de probióticos compuestos por la emulsión (*L. Acidophilus* + *K. Fragilis*), mejora el comportamiento bioproductivo durante el proceso de engorde de cobayos, no así en la adición de cada uno de los probióticos por separado.
3. La adición de *L. Acidophilus- K. Fragilis* mejora la calidad de la carne, existiendo un descenso adecuado del pH hacia las 24 horas, confiriendo a la carne un color rosa intenso compatible con una adecuada retención de líquidos, jugosidad y un alto grado de ternura.

9. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios que permitan determinar los efectos de los probióticos en otras etapas del ciclo productivo de la producción de cuyes

2. Efectuar pruebas de campo en base a los resultados obtenidos para evaluar el comportamiento productivo de los cuyes frente a la inclusión de probióticos en la dieta.
3. Recomendar el uso de probióticos en mezcla *L. Acidophilus* y *K. Fragilis* debido al posible efecto sinérgico entre estos.
4. Continuar la investigación sobre probióticos incluyendo variables de dosis, tiempos y formas de administración.

10. REFERENCIAS

- Bament, W. (2012). A VN's guide to guinea pigs: behaviour, housing and anatomy. *Vet Times*, 5. Obtenido de <https://www.vettimes.co.uk/app/uploads/wp-post-to-pdf-enhanced-cache/1/a-vns-guide-to-guinea-pigs-behaviour-housing-and-anatomy.pdf>
- Richardson , V. C. (2000). Diseases of Domestic Guinea Pigs. *Blackwell science*, 51-52.
- Abad , R., & Narváez, J. (2018). *Ritmo de cecotrofia en cuyes (Cavia porcellus)*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja:
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/20291>
- Alarcon, E. (2015). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA*. Obtenido de EFECTO DE TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA CARNE DE CUYES (*Cavia porcellus*)" : <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/765/TP%20-%20UNH%20ZOOT.%200037.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ampuero, J. (2018). DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN MÚSCULO, HÍGADO Y RIÑÓN DE CUY DE CRIANZA INTENSIVA EN CUATRO CIUDADES DEL PERÚ. *Universidad Científica del Sur*, 40.
- Ataucusi, S. (2015). *Programa PRA Buenaventura*. Obtenido de MANEJO TÉCNICO DE LA CRIANZA DE CUYES EN LA SIERRA DEL PERÚ :
<http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/MANUAL%20CUY%20PDF.pdf>
- Barbosa, E. (Junio de 2017). *CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA EN TECNOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO, A. C.* Obtenido de MONITOREO DE LA PRODUCCIÓN DE β -FRUCTOFURANOSIDASAS A PARTIR DE LA LEVADURA *Kluyveromyces marxianus* SLP1:
<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/383/1/Edwin%20Barbosa.pdf>
- Boccard. (1964). *obtención de datos sobre determinaciones para factores de calidad de la carne de cuy*. Obtenido de Library: <https://1library.co/article/dise%C3%B1o->

organizacional//progresi%C3%B3n-calidad-canal-v%C3%ADsceras-color-carne.q054489y

- Canchigna, T. (2012). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*.
Obtenido de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2148/1/17T1133.pdf>
- Cano, J. (2016). *Scielo*. Obtenido de Efecto de la suplementación con una mezcla probiótica sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia Porcellus*) durante la fase de crecimiento y acabado:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172016000100007
- Carcelen, F. (junio de 2021). *Open Veterinary Journal*. Obtenido de Efecto de la administración de probióticos a diferentes niveles sobre los parámetros productivos de cuyes para ceiba (*Cavia porcellus*):
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8288744/>
- Castrillon, W. (2005). *Variables asociadas con la presencia de PSE en canales de cerdo*.
Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a11.pdf>
- Cedillo Ramón, J. E., & Quizhpi Guamán, J. N. (2017). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28765/1/Tabajo%20de%20titulacion.pdf>
- Chromaflo Technologies. (2022). *Where art meets technology*. Obtenido de <https://chromaflo.com/es/teoria-del-color/caracteristicas-del-color/#:~:text=Croma%20hace%20referencia%20a%20la,un%20grado%20de%20croma%20alto>.
- Contreras, S. T. (2019). POTENCIAL DEL MERCADO INTERNAVIONAL PARA LA CARNE DE CUY. *Ministerio de Agricultura y Riego*, 2-14.
- Correa, V. S. (2011). *Universidad San Francisco de Quito*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1377/1/102338.pdf>
- FAO. (2000). *Nutricion y alimentacion del cobayo*. Obtenido de [https://www.fao.org/3/w6562s/w6562s04.htm#:~:text=El%20ciego%20de%20los%20cuyes,G%C3%B3mez%20y%20Vergara%2C%201993\).&text=Fuente%3A%20Van%20Soest%2C%201991%2C,por%20G%C3%B3mez%20y%20Vergara%2C%201993](https://www.fao.org/3/w6562s/w6562s04.htm#:~:text=El%20ciego%20de%20los%20cuyes,G%C3%B3mez%20y%20Vergara%2C%201993).&text=Fuente%3A%20Van%20Soest%2C%201991%2C,por%20G%C3%B3mez%20y%20Vergara%2C%201993).
- FAO. (Noviembre de 2014). Obtenido de https://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/quality_meat.html
- Fernández, R. (2017). Probióticos: evolución del concepto en más de 60 años. *Áctas medicas del centro*, XI(3), 1-3. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2017/mec173k.pdf>

- Flores, C. (Febrero de 2016). *Characterization of the guinea pig (Cavia porcellus) meat for fermented sausage preparation*. Obtenido de <https://www.prenutmex.com/noticia/2016/12/13/calidad-de-la-carne>
- Gil, M. (Octubre de 2018). *Lifeder*. Obtenido de Lactobacillus Acidophilus: características, morfología, beneficios.: <https://www.lifeder.com/lactobacillus/>
- Guevara, & Carcelen. (2014). *Efecto de la suplementación de probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11332>
- Guevara, J., Rojas, S., Carcelen, F., & Seminario, L. (2016). *SciELO*. Obtenido de Enriquecimiento de la carne de cuy (Cavia porcellus) con ácidos grasos Omega-3 Mediante dietas con aceite de pescado y semillas de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis): http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172016000100006
- hardagen, & Singer. (2012). *Anatomy, Physiology, and Behavior*. En *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*.
- Huaman, E. (2018). *Universidad Nacional de Huancavelica*. Obtenido de EFECTO DE LA ADICIÓN DE UNA MEZCLA DE PROBIOTICO EN LA RACIÓN PARA CUYES EN FASE DE ENGORDE: http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2106/TESIS_2018_ZOOTECNIA_%20EFRAIN%20HUAMAN%20REQUENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INEC. (2018). Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Jara, J. (2007). Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/faj.37e/doc/faj.37e.pdf>
- Jara, M. (2018). *Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (Cavia porcellus) raza Perú*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/331150548_Contribucion_al_estudio_anatomico_e_histologico_del_ciego_del_cuy_Cavia_porcellus_raza_Peru
- Jaramillo. (2017). *Universidad Nacional de Loja*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18826/1/Alex%20Mauricio%200Ram%C3%B3n%20Jaramillo.pdf>
- Jay, J. (1994). *Microbiología moderna de los alimentos* (Vol. 3ª edición). Zaragoza, España: Acribia, S.A.
- Laure Bindels, N. D. (2015). *National Library of Medicine*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25824997/>
- Maccaferri, S. (15 de February de 2012). *American Society for Microbiology*. Obtenido de Potential Probiotic Kluyveromyces marxianus B0399 Modulates the Immune Response in Caco-2 Cells and Peripheral Blood Mononuclear Cells and Impacts the Human Gut Microbiota in an In Vitro Colonic Model System: <https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/AEM.06385-11>

- Mancinni, & Hunt. (2005). *Redalyc*. Obtenido de Calidad composicional y sensorial de la carne bovina y su determinación mediante infrarrojo cercano:
<https://www.redalyc.org/journal/437/43768194021/43768194021.pdf>
- Mendoza, A. (mayo de 2013). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO*. Obtenido de CARACTERIZACIÓN DE LA LEVADURA KLUYVEROMYCES MARXIANUS COMO MICROORGANISMO PROBIÓTICO:
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1862/TESIS%20SEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Miranda, J. (2018). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de Uso de bioaditivos a partir de subproductos agroindustriales:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/36505>
- Molina. (2008). *Escuela Politecnica del Ejercito*. Obtenido de EFECTO PROBIÓTICO DE Lactobacillus acidophilus y:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2558/1/T-ESPE-IASA%20I-003777.pdf>
- Molina, A. (2019). *Scielo*. Obtenido de Universidad de Costa Rica:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n2/2215-3608-am-30-02-00601.pdf>
- Naranjo, E., & Simbaña, P. (2015). *Universidad Politecnica Salesiana de Quito*. Obtenido de plan de marketing para la organizacion APROCUY:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9420/1/UPS-QT07550.pdf>
- Núñez, M. (2019). *UNIANDÉS*. Obtenido de FACTIBILIDAD PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL CUY:
<http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/9864/1/PIUAESC006-2019.pdf>
- Olvera, L. (Septiembre de 2017). *UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO*. Obtenido de "Efecto de Kluyveromyces Marxianus en un modelo murino de intolerancia a la lactosa."
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2589/Efecto%20de%20kluyveromyces%20marxianus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortiz, J. (2016). *Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de LACTOBACILLUS SPP. COMO ADITIVO SOBRE:
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/913/Ortiz_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pedemonte, A. (2018). *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Obtenido de Efecto del probiótico nativo suplementado a las madres:
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15501/Pedemonte_ch.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Perdigon. (2004). *Redalyc*. Obtenido de Alimentos funcionales probióticos:
<https://www.redalyc.org/pdf/863/86340104.pdf>

- Perez, W. (2002). *Efecto de suplementación con probiótico (lactobacillus) en dietas de alfalfa y concentrado sobre parámetros productivos de cuyes mejorados en crecimiento y engorde*. Obtenido de UNTRM:
https://www.researchgate.net/publication/347696115_Efecto_de_suplementacion_con_probiotico_lactobacillus_en_dietas_de_alfalfa_y_concentrado_sobre_parametros_productivos_de_cuyes_mejorados_en_crecimiento_y_engorde
- Perú, C. (2019). Granja Camero. Obtenido de <https://es-la.facebook.com/granjacamero/photos/a.348018235278903/2587044574709580/?type=3&theater>
- Petrenko, O. (Agosto de 2005). *Universidad de Belgrano*. Obtenido de Estudio de algunas características de las cepas de levaduras y de su rendimiento celular:
http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/118/147_petrenko.pdf?sequence=2
- Revelo, A. (2012). *Scielo*. Obtenido de
<http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v41n2/v41n2a02.pdf>
- Richardson, G. (2003). *The Veterinary Nurse*. Obtenido de
<https://www.magonlineibrary.com/doi/abs/10.12968/vetn.2012.3.5.274>
- Rivera, K. (2018). *Universidad San Martín de Tarapoto*. Obtenido de Efectos del uso de probióticos (*Saccharomyces cerevisiae* y *Lactobacillus sporogenes*) en la alimentación de cuyes:
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3176/MED.%20VET.%20-%20Kevin%20Rivera%20Yoplac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodriguez, S. (2016). Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/304573496_Evaluacion_del_efecto_de_Lactobacillus_spp_en_el_desarrollo_del_intestino_delgado_en_pollos_de_engorde
- Saldarriaga, M. (2018). *Efecto del uso de probióticos en cuyes (Cavia porcellus) de engorde desafiados con Salmonella Typhimurium sobre los parámetros productivos y sanguíneos*. Obtenido de UNMSM:
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9530>
- Sanchez, D. (2017). *UNACH*. Obtenido de PROGRESIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL, VÍSCERAS, pH Y.
- Schiffrin. (1997). *Immune modulation of blood leukocytes in humans by lactic acid bacteria: criteria for strain selection*. Obtenido de National Library of Medicine:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9250141/>
- Science Daily. (2020). *University of Otago*. Obtenido de
sciencedaily.com/releases/2020/06/200616100818.htm
- Tamayo, L. (2020). *Universidad Científica del Sur*. Obtenido de IMPORTANCIA DE LOS RESIDUOS DE ENROFLOXACINA EN CUYES:
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1091/TI-Tamayo%20L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Tapie, J. (2013). *Evaluación del efecto de EMs (Lactobacillus spp., y Saccharomyces spp.), como aditivos nutricionales en la alimentación de cuyes*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/30/1/141%20EVALUACI%C3%92N%20DEL%20EFECTO%20DE%20EMS%20%28%20LACTOBACILLUS%20SPP.%2C%20Y%20SACCHAROMYCES%20SPP%29%20COMO%20ADITIVOS%20NUTRICIONALES%20EN%20LA%20ALIMENTACI%C3%92N%20DE%20CUYES%20-%20TAPIE%20CU>
- Tortuero. (enero de 1973). *PubMed*. Obtenido de Influence of the implantation of Lactobacillus acidophilus in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4196865/>
- Universidad Politecnica de Valencia. (2020). Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83392/Talens%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20color%20y%20tolerancia%20de%20color%20en%20alimentos%20a%20trav%C3%A9s%20del%20espacio%20CIELAB.pdf?sequence=1>
- Utrera , A., & Mayorga , P. (2019). *UNIANDÉS*. Obtenido de Estudio de factibilidad para la industrialización del cuy en el asadero "El Palacio del cuy", cantón Tisaleo: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/9864>
- Valdizán, C. (2018). *Efecto de la inclusión de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta del cuy (Cavia porcellus) sobre parámetros productivos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima: CYBERTESIS REPOSITORIO. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8074>
- Valdizán, C. (2018). *Universidad mayor de San Marcos*. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/8074/Valdizan_gc.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Villegas, J. J. (2007). *UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE*. Obtenido de Efecto del pH Sobre la Conservación de Carne de Bovino de Corte Oscuro (DFD) Envasada al Vacío, Almacenada a 0°C: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/faj.37e/doc/faj.37e.pdf>
- Vivas, J. (2013). *Manual de Crianza de Cobayos*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>
- Yamada, G. (2018). *PRODUCTIVE PARAMETERS OF G GUINEA PIGS IN THE CENTRAL COAST OF PERU*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000300018

11. ANEXOS

Anexo 1. Distribucion de las unidades experimentales



Anexo 2. Toma del peso inicial y areteado de las unidades experimentales.



Anexo 3. Inoculación de los probióticos a cada unidad experimental



Anexo 4..Peso de forraje verde y residuo



Anexo 5. Peso final acumulado



Anexo 6. Sacrificio, escaldado, pelado, eviscerado y lavado de las unidades experimentales.



Anexo 7. Recolección de datos



Anexo 8. Recolección de datos

