



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Evaluación del efecto probiótico sobre la calidad de la canal y parámetros  
tecnológicos de la carne cuy (*Cavia porcellus*)

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

**Autores:**

Muñoz Alvear, Erika Carolina

Vizuete Cajo, Joselin Adriana

**Tutor:**

PhD. José Efraín Miranda Yuquilema

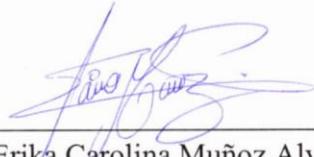
**Riobamba, Ecuador. 2024**

## **DECLARATORIA DE AUTORÍA**

Yo, Erika Carolina Muñoz Alvear, con cédula de ciudadanía 0605095181, autora del trabajo de investigación titulado: Evaluación del efecto probiótico sobre la calidad de la canal y parámetros tecnológicos de la carne cuy (*Cavia porcellus*), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 22 de noviembre de 2024.



---

Erika Carolina Muñoz Alvear  
C.I: 0605095181

## **DECLARATORIA DE AUTORÍA**

Yo, Joselin Adriana Vizuete Cajo, con cédula de ciudadanía 0605610211, autora del trabajo de investigación titulado: Evaluación del efecto probiótico sobre la calidad de la canal y parámetros tecnológicos de la carne cuy (*Cavia porcellus*), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 22 de noviembre de 2024.



---

Joselin Adriana Vizuete Cajo  
C.I: 0605610211

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR**

Quien suscribe, José Efraín Miranda Yuquilema catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Evaluación del efecto probiótico sobre la calidad de la canal y parámetros tecnológicos de la carne cuy (*Cavia porcellus*), bajo la autoría de Erika Carolina Muñoz Alvear y Joselin Adriana Vizuete Cajo; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 02 de julio de 2024.



José Efraín Miranda Yuquilema

C.I: 0603695875

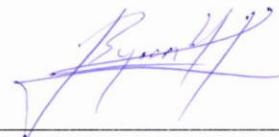
## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Evaluación del efecto probiótico sobre la calidad de la canal y parámetros tecnológicos de la carne cuy (*Cavia porcellus*)**”, presentado por **Muñoz Alvear Erika Carolina y Vizuete Cajo Joselin Adriana**, con C.I. **0605095181, 0605610211** respectivamente, bajo la tutoría de **Dr. José Efraín Miranda Yuquilema**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 22 días del mes de noviembre del 2024.

Byron Herrera, PhD.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE  
GRADO**



Firma

Víctor Hugo Valverde, PhD.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
GRADO**



Firma

Paul Ricaurte, PhD.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
GRADO**



Firma



# CERTIFICACIÓN

Que, **Muñoz Alvear Erika Carolina** con CC: **0605095181** y **Joselin Adriana Vizuete Cajo** con C.I: **0605610211**, estudiantes de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **FACULTAD DE INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Evaluación del efecto probiótico sobre la calidad de la canal y parámetros tecnológicos de la carne cuy (*Cavia porcellus*)**", cumple con el 5 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 28 de octubre de 2024



PhD. José E Miranda Yuquilema  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo de titulación a los faros de luz hacia la meta académica. Vuestra ayuda, apoyo y ánimo han sido esenciales en este viaje.

### **Erika Muñoz**

Dedico este trabajo de titulación a mis padres Holger Muñoz y Verónica Alvear por ser los pilares de mi vida, su respaldo inquebrantable y su apoyo incondicional han sido primordiales para poder conseguir este logro que también es vuestro. A mi hermano Henry Muñoz por su paciencia y por ser mi confidente en este trayecto de mi vida.

### **Joselin Vizuete**

Me gustaría dedicar este trabajo de titulación a mi madre Eulalia Cajo que ha sido mi mayor inspiración y fortaleza durante este largo recorrido universitario, a mis hermanos Anthony y Edison Vizuete por estar conmigo y alentarme incondicionalmente.

Que este trabajo sea un testimonio de lo que se puede lograr con el apoyo de la familia y la determinación personal. Esperamos que inspire a otros a perseguir sus propios sueños académicos y profesionales.

Con gratitud y humildad, Erika Muñoz y Joselin Vizuete.

## **AGRADECIMIENTO**

En este momento culminante de nuestras carreras académicas, queremos expresar nuestro agradecimiento a las personas que han contribuido a la realización de este proyecto de investigación. En primer lugar, agradecemos a Dios por brindarnos la sabiduría y guía necesaria para culminar con éxito nuestro trabajo.

### **Erika Muñoz**

Agradezco infinitamente a mi compañera de tesis Joselin, por su compañía y dedicación a lo largo de este proceso. Su apoyo constante, su comprensión en los momentos difíciles, su amistad sincera y sus palabras de aliento han sido una fuente de fortaleza y motivación. Agradezco a mis padres Holger y Verónica por su cariño y comprensión durante esta etapa. A mi hermano Henry por su compañía. A mis abuelitos Antonio, Sara y María por sus buenos consejos. A mis tíos Vilma, Alba, María Paz y a mi tío Andrés por estar pendiente de mí y apoyarme siempre. A mis primos Álvaro Terán y Jennifer Garzón por escucharme y apoyarme en lo que necesito. Dios le pague a toda mi familia por impulsarme a conseguir este logro.

### **Joselin Vizuete**

Quiero comenzar agradeciendo a mi compañera y amiga Erika por formar parte de mi vida académica hasta el final con este trabajo de titulación, sus conocimientos y habilidades me han ayudado y complementado, gracias por permitirme compartir esta responsabilidad con usted, la quiero mucho. Agradezco infinitamente a cada uno de los miembros de mi familia que supo darme una palabra de aliento en el momento indicado, a mi madre Eulalia que es mi pilar emocional y económico a mis hermanos Anthony y Edison que son mi mayor adoración. A mis primas Ariana por ayudarme y acompañarme en todo este trayecto y Nataly que han estado conmigo a lo largo de mi recorrido universitario y a pesar de la distancia me han acompañado y animado a no rendirme. A toda mi familia le quedo eternamente agradecida por todo el amor y el apoyo que me han brindado durante esta etapa académica.

Así mismo extendemos un profundo agradecimiento a nuestra querida institución Universidad Nacional de Chimborazo, nuestro tutor José Miranda, al grupo de investigación PROANIN y de manera muy especial a la Dra. Davinia Sánchez, cuya orientación experta y apoyo constante nos han guiado en la dirección correcta. Sus valiosas enseñanzas y consejos han sido fundamentales para nuestro crecimiento académico.

A nuestros queridos docentes, amigos y compañeros de clase, gracias por acompañarnos en este viaje. Su apoyo, confianza y comprensión nos han dado fuerzas en los momentos de presión y duda.

Este logro es el resultado de nuestro propio esfuerzo y dedicación. Hemos superado desafíos, aprendido lecciones valiosas y crecido como seres humanos a lo largo de este proceso.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I .....	16
INTRODUCCION.....	16
1.1 ANTECEDENTES .....	16
1.2 PROBLEMA.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	17
1.4 OBJETIVOS .....	18
1.4.1 General.....	18
1.4.2 Específicos.....	18
CAPÍTULO II.....	19
ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 ESTADO DEL ARTE .....	19
2.2 MARCO TEÓRICO .....	21
2.2.1 <i>Cavia Porcellus</i> (Cuy) .....	21
2.2.2 Producción de cuy en el Ecuador.....	21
2.2.3 Canal .....	22
2.2.4 Definición de canal .....	22
2.2.5 Pesos vivos y canales.....	22
2.2.6 Rendimiento canal .....	22
2.2.7 Conformación y medidas de la canal.....	23
2.2.8 Métodos de Despiece para Conejos y Cuyes .....	23
2.2.9 Disección y Composición Tisular de la canal.....	25
2.2.10 Calidad de la canal.....	26

2.2.11	pH .....	27
2.2.12	Capacidad de Retención de Agua (CRA) .....	27
2.2.13	Color .....	28
2.2.14	Probióticos.....	28
2.2.15	Beneficios de los probióticos en nutrición animal .....	29
2.2.16	Mecanismos de acción de los probióticos. ....	29
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>31</b>
<b>METODOLOGIA.....</b>		<b>31</b>
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN Y LUGAR DE ESTUDIO .....	31
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	31
3.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	32
3.4	POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	32
3.5	HIPÓTESIS .....	32
3.6	MÉTODOS DE ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS.....	33
3.6.1	Peso vivo al sacrificio, rendimiento de la canal y la compacidad. ....	33
3.6.2	Medias lineales .....	33
3.6.3	Despiece y disección.....	33
3.6.4	Disección completa de la hemicanal.....	34
3.6.5	pH .....	35
3.6.6	Color .....	35
3.6.7	Capacidad de retención de agua .....	35
3.6.8	Procesamiento de datos.....	35
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>36</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>36</b>
4.1	RESULTADOS .....	36
4.1.1	Calidad de la canal, medidas lineales, compacidades e índices. ....	36
4.1.2	Composición Regional.....	38
4.1.3	Composición Tisular total .....	39
4.1.4	Composición Tisular por Pieza.....	40
4.1.5	Parámetros Tecnológicos.....	44
4.2	DISCUSIÓN.....	45
4.2.1	Calidad de la canal, medidas lineales, compacidades e índices. ....	45
4.2.2	Composición regional.....	47
4.2.3	Composición tisular .....	47

4.2.4 Parámetros tecnológicos .....	48
CAPÍTULO V. ....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
5.1 CONCLUSIONES.....	50
5.2 RECOMENDACIONES. ....	50
ANEXOS .....	60
6.1 BITÁCORAS UTILIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	60
6.2 COLORACIÓN UTILIZANDO EL PROGRAMA COLOR ANALYSIS. ....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Géneros de probióticos más utilizados.....	29
Tabla 2. Tratamientos por evaluar en el estudio.....	31
Tabla 3. Equipos utilizados en el experimento.....	33
Tabla 4. Valores medios-Calidad de la canal y medidas lineales.....	36
Tabla 5. Valores medios de los índices de calidad en los cuyes. ....	37
Tabla 6. Medias de composición regional expresada en gramos. ....	38
Tabla 7. Medias de composición regional expresada en porcentaje.....	39
Tabla 8. Medias de composición tisular total expresada en gramos. ....	39
Tabla 9. Medias composición tisular total expresada en porcentaje. ....	40
Tabla 10. Medias composición tisular por pieza expresada en gramos.....	41
Tabla 11. Medias composición tisular por pieza expresada en porcentaje.....	43
Tabla 12. Valores medios de parámetros tecnológicos. ....	44
Tabla 13. Valores medios de color tomado en el músculo <i>rectus abdominis</i> . ....	45
Tabla 15. Diseño de bitácora para la recolección de datos de hemicanal y piezas. ....	60
Tabla 16. Diseño de bitácora para la recolección de datos de composición tisular. ....	60
Tabla 17. Diseño de la bitácora para la recolección de datos de CRA.....	61
Tabla 18. Diseño de la bitácora para recolección de datos de color.....	61
Tabla 19. Coloración de la carne de cuy en los diferentes tratamientos. ....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos de acción de los probióticos.....	30
Figura 2. Despiece de la canal de cuy. ....	34
Figura 3. Separación de hemicanal izquierda.....	62
Figura 4. Despiece de la hemicanal .....	62
Figura 5. Disección de la pierna.....	63
Figura 6. Rectus abdominis para toma de color. ....	63
Figura 7. Disección del costillar.....	63
Figura 8. Separación de todos los tejidos productos de la disección.....	64
Figura 9. Prueba de CRA.....	64

## RESUMEN

Diversos estudios en Ecuador han investigado la calidad de la carne de cuy y el efecto de microorganismos eficientes en la alimentación animal, como las bacterias ácido-lácticas y las levaduras, que han demostrado mejorar la calidad de la carne y la seguridad alimentaria. El uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) ha sido común en países en desarrollo para aumentar la producción y prevenir enfermedades, pero su abuso ha llevado a la resistencia bacteriana y acumulación de residuos en los tejidos, lo que supone un riesgo para la salud humana. Ante este problema, los probióticos emergen como una alternativa viable. Por tal motivo esta investigación tiene como objetivo evaluar la inclusión de bacterias ácido-lácticas y levaduras en la dieta de cuyes, centrándose en la calidad del canal y parámetros tecnológicos de la carne. Se utilizaron 40 animales distribuidos en cuatro grupos: control (C), bacterias (B), levaduras (Kf) y bacterias+levaduras (B+Kf). Los animales fueron sometidos a procedimientos estandarizados de despiece, disección, capacidad de retención de agua (CRA), color y pH. Se registraron los datos en bitácoras y se analizaron mediante un ANOVA simple en SAS (v. 11). Los resultados indican que los probióticos en las dietas de cuyes mejoraron la calidad del canal, siendo el grupo que consumió la dieta con levaduras *K. fragilis* el más beneficiado en cuanto a peso vivo y rendimiento de canal. La CRA fue mayor en el grupo alimentado con bacterias, y se observaron menores pérdidas por congelación en el grupo que recibió el cultivo mixto.

**Palabras clave:** Bacterias lácticas, levaduras, color, pH, parámetros tecnológicos.

## **Abstract**

Studies conducted in Ecuador have examined the quality of guinea pig meat and the impact of efficient microorganisms like lactic acid bacteria and yeasts on animal nutrition, demonstrating their ability to enhance meat quality and food safety. The use of growth-promoting antibiotics (GPA) has been common in developing countries to increase production and prevent diseases, but their misuse has led to bacterial resistance and accumulation of residues in tissues, posing a risk to human health. Considering this issue, probiotics emerge as a viable alternative. Therefore, this research aims to evaluate the inclusion of lactic acid bacteria and yeasts in the diet of guinea pigs, focusing on carcass quality and technological parameters of the meat. A total of 40 animals were used, distributed into four groups: control (C), bacteria (B), yeasts (Kf), and bacteria + yeasts (B + Kf). The animals were subjected to standardized procedures for cutting, dissection, water holding capacity (WHC), color, and pH. Data were recorded in logbooks and analyzed using a simple ANOVA in SAS (v. 11). The results indicate that probiotics in guinea pig diets improved carcass quality, with the group consuming the diet with *K. fragilis* yeasts benefiting the most in terms of live weight and carcass yield. The WHC was higher in the group fed with bacteria, and lower losses due to freezing were observed in the group receiving the mixed culture.

**Keywords:** lactic bacteria, yeasts, color, pH, technological parameters.

**Translation reviewer:** Andrea Paola Goyes Robalino

**Date:** 24/10/2024

**Signature:**



## CAPÍTULO I.

### INTRODUCCION.

#### 1.1 Antecedentes

En Ecuador, Sánchez-Macías et al. (2015) establecieron un método estandarizado para el estudio de la calidad de la canal, mientras que, Cevallos-Velastegui et al. (2014) y Núñez-Valle et al. (2014) analizaron la calidad tecnológica de la carne de cuy (*C. porcellus*).

Diversos estudios demuestran que la inclusión de microorganismos eficientes, como las bacterias ácido-lácticas y levaduras en la dieta, de los animales es capaz de mejorar la calidad de la canal y de la carne. Los microorganismos considerados como probióticos son conocidos por su capacidad de producir ácidos orgánicos de cadena corta, principalmente el ácido láctico (Carcelén et al., 2020). Los principales microorganismos utilizados en la industria alimentaria pertenecen a los géneros *Enterococcus spp*, *Lactococcus spp*, *Pediococcus spp*, *Lactobacillus spp*, *Bacillus spp*, *Weissella spp*, *Leuconostoc spp*, *Streptococcus spp*. y *Saccharomyces spp*, los cuales tienen efectos beneficiosos sobre la calidad de la carne y la seguridad alimentaria (Rahmeh et al., 2019) y (López et al., 2021).

Kurchaeva et al. (2020), en su estudio en conejos, mencionan que, a los 105 días, el grupo alimentado con el probiótico “Sporotermin” (complejo de microorganismos del género *B. subtilis* y *B. licheniformis*) aumentó el peso vivo y superó de manera significativa el valor del grupo control en 17,21 %. Asimismo, en el rendimiento de la canal el grupo alimentado con “Sporotermin” (60,38 %) superó al grupo control (55,56 %).

Cárdenas et al. (2018), en su estudio, señalan que la carne de cuyes alimentados en mayor proporción con forrajes verdes influye en los valores de luminosidad (L\*), índice de rojo (a\*) e índice de amarillo (b\*). Por esta razón, las carnes dentro de este grupo tuvieron valores menores en cuanto a los parámetros antes mencionados, a comparación de la carne de cuyes alimentados en mayor proporción con un concentrado comercial ("Cuyes Carne Tomasino" (Alimentos Procesados S.A., Perú)) donde los valores de estos indicadores fueron superiores.

Guevara et al. (2021) analizaron 50 cuyes machos de 14 días de edad durante 45 días, suplementados con prebióticos y probióticos naturales. El grupo con probióticos naturales mostró una tendencia a mayor consumo de alimento y un mayor rendimiento de la carcasa. El grupo alimentado con la dieta control presentó una tendencia a un peso final más alto, mientras que el grupo que no incluyó antibióticos ni simbióticos en su dieta mostró una tendencia a una mayor ganancia de peso. Por su parte, el grupo alimentado con simbióticos mostró una tendencia a una mejor conversión alimenticia.

Guevara et al. (2022), en su estudio, evaluaron los efectos de probióticos naturales y comerciales en cuyes en crecimiento. En el estudio se utilizaron 48 cuyes machos destetados

de raza Perú, asignados a cuatro grupos. Aunque no se encontraron diferencias significativas, presentaron tendencias a un mayor consumo de alimento y ganancia de peso en el grupo con probiótico comercial (T3), una mejor conversión alimenticia en el grupo que recibió ambos probióticos (T4), y un mayor rendimiento de carcasa en el grupo con probiótico natural (T2). La suplementación con probiótico comercial tiende a mejorar el rendimiento productivo de cuyes en crecimiento, a excepción del rendimiento de la carcasa, que mejora con el probiótico natural, lo que sugiere su uso en granjas comerciales de cuyes.

Por su parte, Miranda-Yuquilema et al. (2018) evaluaron el impacto de dos tipos de preparados microbianos en lechones. Utilizaron 120 lechones de cruce Duroc x Yorkshire/Landrace, distribuidos en tres grupos: control (T1), biopreparado (T2) y biopreparado (T3). El T2 contenía *L. acidophilus* y *S. thermophilus*, y T3, *S. cerevisiae* y *Kluyveromyces fragilis* (L-4 UCLV). Los grupos tratados con biopreparados mostraron un mayor peso al nacer, así como un aumento en la ganancia de peso en la evaluación realizada a los 14 y 33 días. La incidencia de diarreas disminuyó en un 52 % en los grupos tratados. Además, se observaron diferencias en los perfiles hemáticos y bioquímica sanguínea. El resultado del uso de estos microorganismos tuvo un efecto positivo en la salud y rendimiento de los lechones.

## 1.2 Problema

En los países en vías de desarrollo, una de las alternativas para mejorar la producción y reducir las enfermedades del tracto digestivo de los animales, en la actualidad, es mediante el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) (Guevara et al., 2021). El descontrolado uso de estos fármacos ha provocado la resistencia de los patógenos y, por otro lado, la dificultad de metabolizarse de estos productos a provocado que estos permanezcan por mayor tiempo alojados en los músculos y tejidos. Al consumirse en productos terminados (carne, leche, huevos) pueden tener efectos negativos para la salud del consumidor a largo plazo (Torres et al., 2013). Como consecuencia, pueden generar la resistencia de los microorganismos patógenos a los antibióticos y dificultan el tratamiento eficiente de las enfermedades tanto en los humanos como en animales (Cabello, 2009). Betancur et al. (2020) mencionan que el uso de antibióticos muestra una disminución del rendimiento de la canal caliente y fría del lomo, costillar y pierna en cerdos. Por otra parte, Ampuero & Morales (2021) confirmaron en su estudio la presencia de residuos de APC en músculo, hígado y riñón de carcasa de cuyes designados para el consumo humano en tres ciudades del Perú.

## 1.3 Justificación

Debido a este problema los productores se han visto obligados a buscar alternativas más sostenibles en lugar de los antibióticos promotores de crecimiento, con el objetivo de obtener resultados similares (Jaimes et al., 2022). Para cumplir con las expectativas de los consumidores, se ha optado por incorporar probióticos en la alimentación de animales, logrando impactos positivos (Puente et al., 2019). En este contexto, se pretende evaluar los

efectos de la inclusión de bacterias ácido-lácticas y levaduras en la dieta de los cuyes, específicamente en relación con la calidad de la canal y los parámetros tecnológicos de la carne de cuy.

Con el fin de alcanzar este objetivo, se llevaron a cabo análisis detallados de la composición regional, tisular de la canal, medidas lineales, así como de los parámetros tecnológicos en la carne, como el color, CRA, pH e índices de calidad. Este enfoque busca proporcionar información crucial sobre los efectos de las nuevas prácticas alimenticias en los cuyes, contribuyendo así a la búsqueda de alternativas más sostenibles y saludables en la producción de carne, en línea con las expectativas y demandas de los consumidores, e incentivando a una investigación detallada sobre parámetros tecnológicos y probióticos en cuyes.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 General

- Evaluar el efecto probiótico de bacterias acido-lácticas y levaduras sobre la calidad de la canal y parámetros tecnológicos de la carne de cuy.

### 1.4.2 Específicos

- Comparar las medidas lineales de la canal de cuyes alimentados con dietas que contienen bacterias ácido-lácticas y levaduras.
- Evaluar el efecto de la inclusión de una dieta de bacterias ácido-lácticas y levaduras en la composición regional y tisular de cuyes alimentados con dietas que contienen bacterias ácido-lácticas y levaduras.
- Evaluar los parámetros tecnológicos (color, pH, capacidad de retención de agua) de la carne de cuy alimentados con dietas que contienen bacterias ácido-lácticas y levaduras.
- Determinar la relación músculo/hueso y grasa/músculo de cuyes alimentados con dietas que contienen bacterias ácido-lácticas y levaduras.

## CAPÍTULO II.

### ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO.

#### **2.1 Estado del arte**

Luego de realizar una exhaustiva revisión bibliográfica sobre procedimientos para evaluar la calidad de la canal y sistema de despiece en cuyes se encontró una propuesta de Sánchez-Macías et al. (2016) basándose en procedimientos ya establecidos para otras especies como cabras, corderos y conejos dichos procedimientos se ajustaron para evaluar parámetros tecnológicos (calidad de la canal y despiece), donde los autores consideran canal después del sacrificio, sin sangre, pelo, cabeza, manos, pies, vísceras y escaldada (60-70°C durante 45 a 60 segundos), la canal del cuy incluye la piel, las porciones laterales del diafragma y la grasa perirrenal y pélvica.

Palmay (2015) comparó dos métodos de despieces, uno comercial y el propuesto por Sánchez-Macías et al. (2016) donde se evidenció que el método normalizado es más útil para comparar y encontrar diferencias entre el sexo y la edad de los cuyes cuando se comparan las proporciones de las piezas de la canal y la composición tisular de las mismas. Por su parte, Hernández (2015) estableció el rendimiento a la canal en animales de descarte (12 meses de edad), y en el periodo de engorde (3 meses de edad).

Los parámetros tecnológicos relacionados con la capacidad de retención de agua, color, y pH son considerados como uno de los principales indicadores para determinar la calidad de la carne. En este sentido, Aphrodita et al. (2024) mencionan que el contenido de agua en la carne es un factor que determina la calidad de esta puesto que la elasticidad de la carne depende del contenido de agua, aunque la congelación puede aumentar la elasticidad de la carne también puede dañar su textura; la pérdida de agua por descongelación se debe a la destrucción de fibras musculares y la desnaturalización de las proteínas, la capacidad de retención de agua se ve influenciada por la solubilidad y el estado de las miofibrillas y proteínas sarcoplásmicas; por tal motivo el estudio indica que la capacidad de retención de agua es igual a las pérdidas por descongelación (Tandzong et al., 2015).

El color es considerado como la principal característica visual que determina la calidad de la carne, debido a que los consumidores seleccionan productos con mejor coloración macroscópica (Schulte et al., 2019). Por otro lado, los cambios de la temperatura y el pH son factores determinantes en los cambios químicos que ocurren en los alimentos, mismos que pueden provocar la desnaturalización de las proteínas, y de esta manera altera su estructura y funcionalidad, como resultado a lo anterior genera coloración diferente en las carnes (Neethling et al., 2017).

La mioglobina es el pigmento responsable de la coloración en la carne, debido a que la función de este pigmento es llevar oxígeno hacia las mitocondrias. Por lo tanto, el contenido de este pigmento depende exclusivamente de las exigencias metabólicas y de las

funciones de las fibras musculares. Por lo anteriormente mencionado los músculos que contienen una elevada cantidad de fibras oxidativas presentan la coloración más oscura, esto debido que las fibras oxidativas son ricas en mitocondrias; tal es así como, por ejemplo, la carne de los muslos del pollo es más oscuros en comparación de la pechuga (Matarneh et al., 2020).

El rango de pH para carnes de cuy establecido por Lucas et al. (2018) se encuentra entre 5,5 y 6,4. Mientras que, Sánchez-Macías et al. (2019) reportan valores de pH inferior a 6,82 y 6,48, y 6,11 evaluados a los 15 y 45 minutos y 24 horas en cuyes machos con tres meses de edad, estos medidos en el músculo *Longissimus thoracis*, alimentados dietas sin probióticos.

Bulkaini et al. (2022) demostraron que la adición de cascara de piña fermentada por bacterias acido lácticas a comparación con la cáscara de piña fermentada con cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la dieta de bovinos provocó que la capacidad de retención de agua de la carne de res aumente en un 4% aproximadamente, en cuanto al pH no existe una diferencia significativa entre las dos dietas siendo 5,4 a 5,6 respectivamente.

Liu et al. (2022) comprobaron en corderos que al agregar 10 g de suplemento probiótico comercial (Inner Mongolia SciPlus Biotech company, China) que contiene una mezcla de *L. casei* HM-09 ( $1,5 \times 10^9$  UFC/g) y *L. plantarum* HM-10 ( $1,5 \times 10^9$  UFC/g). en la dieta diaria, se reducen los valores de pH por debajo de 5,41 a las 24 horas postmortem, por otra parte, el color presentó una disminución en el valor de L\* desde 35,13 a 33,89 lo cual puede generar desconfianza entre los consumidores. Abou-Kassem et al. (2021) por su parte, revelaron que el uso de *Bacillus toyonensis* y *Bifidobacterium bifidum* en codornices provoca el aumento del pH en la carne fresca de 6,31 a 6,83, junto con una disminución en los índices de color, a\* 19,23 a 5,12, b\* desde 7,15 a 5,03 y L\* 43,09 a 30,35 todo esto en proporción al grado de probióticos presentes en la dieta suministrada.

Yeboah et al. (2020) mencionan que las gallinas Guinea alimentadas con RE3<sup>TM</sup> que contiene *Lactobacilli* spp. ( $1 \times 10^8$  UFC/g), *Bacillus* ( $1 \times 10^{12}$  UFC/g) y *Saccharomyces cerevisiae* (levadura,  $1 \times 10^5$  UFC/g) no mostró diferencias significativas en las características de la canal, el peso de los órganos y algunos cortes primarios, con la excepción del muslo, que presentó un mayor peso en las dietas que incluyeron RE3<sup>TM</sup> de 20,79% a 35,30% en comparación con la dieta control, la evaluación sensorial no se vio afectada por el uso de probióticos en la alimentación de las gallinas Guinea.

Tekce et al. (2021) demostraron que la adición de *Lactobacillus reuteri* E81, *L. rhamnosus* GG y *S. cerevisiae* S81 en la dieta de corderos origino valores de L\* mayores en comparación con el grupo control de 51, 53 a 45,99 sin embargo no se observó efectos en los valores de a\* y b\*. Taboada et al. (2022) mencionan que en cabras alimentadas con 5 mL al día de mezcla de probióticos ( $10^8$  UFC/mL) *L. reuteri* DDL19, *L. alimentarius* DDL48, *E. faecium* DDE 39 y *B. bifidum* DDBA se analizaron dos músculos *Longissimus dorsi*, y *Bicep femoris* los cuales no presentaron diferencias significativas en cuanto a pH (5,7) y

CRA (24-24, 08 %) como consecuencia de lo antes mencionado los autores indican que los efectos de la administración de probióticos dependen de la cepa utilizada y el tiempo de tratamiento que se aplique en la especie.

Xu et al. (2023) investigan distintas dietas para patos, las cuales fueron A (100 % dieta comercial ), B (20 % *L. plantarum* + 80 % dieta comercial), C (40 % *L. plantarum* +60 % dieta comercial) y D (60 % *L. plantarum* + 40 % dieta comercial), se evidencio diferencias significativas en el pH a los 45 minutos después del sacrificio en la dieta C con un valor aproximado a 6,48, mientras que los valores en cuanto a color no tuvieron diferencias significativas entre las dietas, no tuvo efectos relevantes en la coloración de la carne.

## 2.2 Marco Teórico

### 2.2.1 *Cavia Porcellus* (Cuy)

Cuy o *Cavia porcellus* es un mamífero de pequeña estatura semejante a los roedores provenientes de la Región Andina, consumidos en los países andinos como Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia, también en diferentes países de los continentes africano y asiático (Lammers et al., 2009).

La carne de cuy es rica en proteínas y baja en grasa, esta es considerada como un plato exótico siendo una alternativa al consumo de carne tradicional y adquiere gran relevancia en mercados nacionales e internacionales de alimentos. Por otra parte, el cuy tiene diferentes usos ya sean tradicionales, culturales o espirituales, además puede ser utilizado como un animal de trabajo, exhibición y también suele usarse como unidad estadística para la investigación (Avilés et al., 2014).

### 2.2.2 Producción de cuy en el Ecuador

El cuy constituye un alimento de alto valor biológico, excelente sabor y calidad nutritiva el cual contribuye con la seguridad y soberanía alimentaria de la población rural de escasos recursos económicos de Ecuador. El consumo per-cápita en el sector rural se encuentra en 16,90 kg/persona/año, equivalente a un promedio de 8 cuyes, mientras que, en el sector urbano, el consumo per-cápita es de 8,52 kg/persona/año. Es por esta razón que existen corporaciones, empresas y asociaciones que se dedican a la explotación y comercialización de cuyes en los lugares de mayor demanda, el precio de animal en pie, faenado, empacado o preparado depende de aspectos muy importantes como la edad, peso y calidad de la canal (Reyes-Silva et al., 2021).

La mayor demanda de cuyes está localizada principalmente en las provincias de la región Andina como Tungurahua, Azuay, Cotopaxi, Pichincha, Chimborazo e Imbabura, además, existe una demanda insatisfecha en estas mismas provincias, así como en Loja, Carchi e Imbabura (Montoya et al., 2022).

## **2.2.3 Canal**

### **2.2.4 Definición de canal**

Colomer-Rocher' et al. (1987) describen que la canal caprina incluye el cuerpo completo del animal una vez eliminadas la piel, la cabeza (separada entre el hueso occipital y la primera vértebra cervical), los pies y las patas (separadas en las articulaciones carpometacarpiana y tarsometatarsiana), así como todas las vísceras. La canal conserva la cola, el timo, los riñones, la grasa perirrenal y pélvica, y los testículos en los machos.

Prändl (1994), señala que la canal se refiere al cuerpo del animal tras el desangrado y la retirada de las partes no aptas para consumo humano, las vísceras y otras porciones. En todos los animales de abasto, salvo los cerdos, se separan la piel, las patas y la cabeza de la canal. En animales de carnicería, se retiran la lengua, laringe y, si es el caso, el timo, los pulmones con la tráquea, el corazón, el hígado y el esófago. Específicamente en el ganado porcino, la Unión Europea define la canal de cerdo (Reglamento 3220/84) como el cuerpo de un cerdo sacrificado, sangrado y eviscerado, entero o dividido por la mitad, sin la lengua, las cerdas, las pezuñas y los órganos genitales, pero con la manteca, los riñones y el diafragma.

Buxadé (1996) estableció que la canal de bovino es el cuerpo de los animales después de sacrificados, sangrados, desollados y sin vísceras, excepto los riñones, con la cabeza separada a nivel de la articulación occipito-atloidea y las extremidades cortadas a nivel de las articulaciones carpometacarpiana y tarsometatarsiana, con cola, y sin genitales ni ubres en hembras, excepto en terneras.

Sin embargo, Sánchez-Macías et al. (2016) es el cuerpo del animal sacrificado, desangrado, escaldado, pelado y eviscerado, sin incluir la cabeza (separada en la articulación atlanto-occipital) y los autópodos (separados en las 4 articulaciones carpometacarpiana y tarsometatarsianas). La canal retiene la piel, las porciones laterales del diafragma y la grasa perirrenal y pélvica.

### **2.2.5 Pesos vivos y canales**

El peso vivo al sacrificio (PVS), sacrificio viene determinado por diversos factores como la edad, el sexo, las condiciones de alojamiento y alimentación, entre otros. Estos elementos pueden afectar de forma directa o indirecta al peso de la canal (Ciriá y Garcés, 1995). Además, el PVS se utiliza como indicador de rendimiento y eficiencia en la industria cárnica (Bebert et al. 2012). Según González (2007), la definición de la canal en relación con el animal vivo posibilita una evaluación más clara de los atributos de la carne.

### **2.2.6 Rendimiento canal**

El rendimiento de la canal se define como la expresión porcentual de la relación entre el peso de la canal y el peso vivo del animal (Pardo, 1996). La medida de la eficiencia en alimentación o manejo nutricional de cualquier especie animal se por el rendimiento y la composición de la canal (Osorio et al., 1997).

Kouakou et al. (2013) describen que no existen diferencias en los pesos canales entre cuyes hembras alimentadas con diferentes proporciones de dos variedades de forraje. Según Kouakou et al. (2013), no se encontraron diferencias en los pesos de las canales entre cuyes hembras alimentadas con diferentes proporciones de dos tipos de forraje. No obstante, los investigadores notaron que los cuyes que recibieron un 25% de *Euphorbia heterophylla* obtuvieron mejores rendimientos de canal (36,8%, sin piel) en comparación con aquellos alimentados exclusivamente con *Panicum máximum* (34,8%). Chauca (1997) indica que el rendimiento de la canal en cuyes alimentados con forraje es del 65.75%, mientras que, con una dieta compuesta únicamente por raciones balanceadas, el rendimiento de la canal mejora hasta el 70.98%.

#### **2.2.7 Conformación y medidas de la canal.**

Las Medidas de la canal nos permiten conocer la composición de animales vivos, a través de medidas lineales como ancho y longitud. Estas medidas incluyen el largo de espalda, el perímetro torácico y la longitud corporal, que se han utilizado como indicadores de la composición corporal en ovejas. Según Colomer-Rocher' et al. (1987) conformación de la canal es la estructura de carne magra y de grasa, que facilita su mayor aceptabilidad y mercado.

En la actualidad, la demanda del mercado se basa más en la raza, el peso, la edad y el sexo, como factores que influyen en la calidad de canal. Boccard et al. (1964), observaron que a medida que aumentaba el peso en la canal en corderos lechales, también incrementaban diversas medidas de anchura y longitud, de manera que la variación de la mayoría de estas medidas puede explicarse por la variación en el peso de la canal.

El crecimiento de un animal, en periodos cortos, se va a manifestar más por el aumento de su grosor aumento de músculo y grasa, es más notable que el alargamiento de los huesos, por lo que el peso tiende a estar más relacionado con la anchura que con la longitud. En otras investigaciones en cuyes, Álvarez y León (2008), a base de suplementos alimenticios, forraje y complejos vitamínicos obtuvieron una longitud final de 28.60 cm a los tres meses de edad.

Durante el crecimiento, los distintos componentes del cuerpo se desarrollan a diferentes ratios (crecimiento alométrico) y los cambios de los coeficientes alométricos en órganos y tejidos ocurren a diferentes pesos corporales. En los procedimientos estandarizados para analizar la canal de cuy, descrito por (Sánchez-Macías et al., 2016), se definen las medidas lineales a tomar en la canal de cuy.

#### **2.2.8 Métodos de Despiece para Conejos y Cuyes**

- a) Método Normalizado de despiece para canales de conejo

Blasco & Ouhayoun (1993) propusieron los siguientes cortes para la canal de conejo:

**Eliminación de la cabeza:** Este corte se realiza en la zona comprendida entre el occipital y el atlas.

**Punto de corte 1:** Se localiza entre la séptima y octava vértebra torácica, después de la prolongación del costillar.

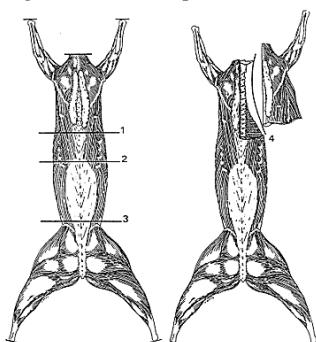
**Punto de corte 2:** Se sitúa entre la primera vértebra lumbar y la prolongación de la duodécima costilla.

**Punto de corte 3:** Comprende el tramo entre la sexta y séptima vértebra lumbar, con un corte transversal en la pared abdominal, a nivel de la columna vertebral.

**Punto de corte 4:** Separa las patas delanteras, incluyendo la inserción.

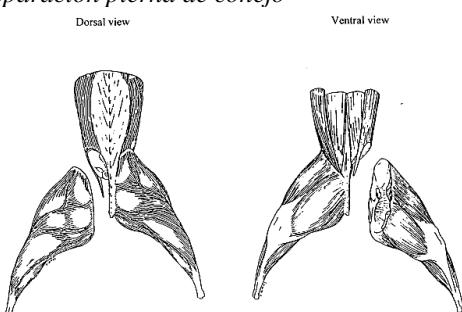
**Punto de corte 5:** Separa las patas traseras, incluyendo el hueso coxígeo.

*Figura 1. Cortes para la canal de conejo*



Nota. Figura tomada del artículo: Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised Proposal, de (Blasco & Ouhayoun, 1993).

*Figura 2.  
Separación pierna de conejo*



Nota. Figura tomada del artículo: Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised Proposal, de (Blasco & Ouhayoun, 1993)

b) Método de despiece comercial de cuyes (NTP 201.058, 2006)

El método comercial de despiece utilizado para cuyes en Perú es el cuarto de carcasa, al efectuar los cortes longitudinales medio y trasversal de la carcasa se obtiene 2 cuartos anteriores y 2 posteriores, cuya menor o mayor proporcionalidad depende a qué nivel se efectúa el corte transversal para la separación. Para la separación del cuarto anterior y posterior el corte transversal se debe efectuar detrás de los riñones.

c) Método de despiece estandarizado para canales de cuy (Sánchez-Macías et al., 2016).

La hemicanal izquierda será despiezada en cuatro regiones anatómicas en un procedimiento modificado descrito por Colomer-Rocher' et al. (1987a) tal y como se ve en la ilustración.

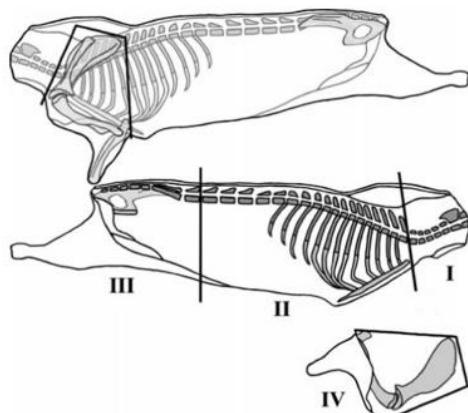
El brazo está separado de acuerdo con el procedimiento de despiece normalizado para cabras (Colomer-Rocher' et al., 1987)Este corte es definido por cuatro líneas de corte rectas (Ilustración 1, IV).

Pierna: puntos anatómicos de referencia: comprende la articulación entre la penúltima y la última vértebra lumbar; el corte se hace perpendicular al plano sagital de la canal (Ilustración 1, III).

Cuello: puntos anatómicos de referencia: comprende la articulación entre la última cervical y la primera vértebra torácica; el corte se realiza desde el borde craneal de la primera costilla (Ilustración 1, I).

Con la eliminación de las tres piezas anteriores se obtiene el costillar, como la región anatómica restante (Ilustración 1, II).

**Figura 3.** Despiece de la canal de cuy.



**Nota.** Figura tomada del artículo: Proposal for standard methods and procedure for Guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation, de Sánchez-Macías et al. (2016)

## 2.2.9 Disección y Composición Tisular de la canal

Según Sánchez-Macías et al. (2016) la disección se realiza en el lado izquierdo de la canal. Después de pesar cada corte, éste se separa en músculos, grasa subcutánea, grasa intermuscular, huesos, piel y despojo (los vasos sanguíneos principales, ligamentos, tendones, cartílago, nervios y gruesas capas de tejido conectivo asociado con algunos músculos). Se recomienda realizar este procedimiento en una temperatura controlada con el objetivo de evitar pérdidas de humedad (no más de 5% de pérdida de humedad debe ser permitido).

Todos los cálculos subsiguientes de composición de la canal deben estar basada en la suma de todos estos componentes como una proporción total, que debería comprender el 100%.

Sánchez-Macías et al. (2016) propone la separación de los siguientes tejidos de las canales o cortes de la canal de cuy:

a. Grasa subcutánea

Es la capa de grasa que recubre la superficie externa de los músculos. La capa de grasa recubierta por el músculo cutáneo (m.cutaneus trunci) se considera también grasa subcutánea.

b. Grasa intermuscular

Es la grasa que se encuentra entre los diferentes músculos, junto con los pequeños vasos sanguíneos y pequeñas cantidades de músculo difíciles de separar.

c. Grasa perirrenal

Es la grasa que recubre los riñones. La mayor parte de esta grasa, según nuestro despiece está contenido en el costillar.

d. . Grasa pélvica

Es la grasa contenida en la cavidad pélvica que incluye, además, una porción de la grasa perirrenal que se encuentra en la pierna. El límite anatómico de separación entre la grasa perirrenal y pélvica viene determinado, en nuestro caso, por la sección de corte que separa 8 la pierna del costillar. Ambos depósitos grasos pueden considerarse conjuntamente para los cálculos denominados grasa pélvico-renal.

e. . Músculo

Son los músculos separados individualmente de cada pieza, limpios de la grasa subcutánea y de la grasa intermuscular. El músculo incluye, además, el periostio de los huesos de donde han sido separados, pequeños vasos sanguíneos y pequeñas cantidades de grasa difíciles de separar.

f. . Huesos

Comprende los huesos de cada pieza, limpios del periostio. Los cartílagos se incluyen también en el peso del hueso.

g. Piel

Tiene 3 tejidos o capas, la primera es la capa externa o llamada epidermis, la segunda es la capa interna o llamada dermis y la tercera es el estrato subcutáneo que es una capa de grasa que sirve de protección y para evitar las pérdidas de calor, es un complejo sistema de tejidos superpuestos en estratos que sirve a todos los animales para protegerlos de las condiciones medioambientales.

h. Despojos

Comprenden de los ganglios linfáticos, de grandes vasos sanguíneos y gruesos nervios, también de los tendones separados en el punto donde termina la porción muscular. Y por último de las gruesas aponeurosis y fascias asociadas a ciertos grupos musculares. Estas fascias son evidentes en la región abdominal, que corresponde a los bajos de nuestro despiece. Todos los depósitos grasos mencionados y separados de las correspondientes piezas deben incluirse en los resultados de disección como parte de la grasa total que contiene la media canal

## 2.2.10 Calidad de la canal

La calidad de la canal debe tener en cuenta una serie de criterios que permiten realizar un análisis detallado de la canal y sus características. Colomer-Rocher' et al. (1987)da a conocer que la calidad de la canal es el conjunto de características cuya importancia relativa les confiere una máxima aceptación y un mayor precio frente a los consumidores o frente a

la demanda de mercado. Por otro lado, los criterios utilizados para definir la calidad de canal son principalmente el peso, la conformación, engrasamiento, la proporción de piezas y la composición tisular (Harrinton y Kempster, 1989).

La calidad de la canal dependerá también de sus proporciones relativas de músculo, hueso y grasa. Sin embargo, la proporción de estos componentes no son constantes en todas las canales si no que van a depender de una serie de factores como la raza, sexo, etc (López y Casp, 2004).

### **2.2.11 pH**

El pH es un indicador clave de la calidad de la carne y puede verse influenciado por diversos factores que afectan sus propiedades fisicoquímicas. Uno de estos factores es el tiempo de descanso antes del sacrificio (*ante mortem*). Un descanso prolongado puede aumentar el estrés en los animales, lo que a su vez impacta negativamente en la calidad de la carne. Este tiempo de descanso está relacionado con la especie, así como con la duración y las condiciones climáticas durante el transporte al matadero.

Para evaluar el pH de la carne, se mide *in situ* insertando un electrodo fino en el músculo *longissimus lumborum* tras realizar una incisión. Es fundamental realizar esta medición en tres momentos clave: a los 15 y 45 minutos después del sacrificio, y nuevamente después del enfriamiento (Sánchez-Macías et al., 2019). En un estudio realizado por Lucas et al., (2018) indican que el rango de pH de la carne de cuy para el consumo humano está entre 5,5 y 6,4.

### **2.2.12 Capacidad de Retención de Agua (CRA)**

Hamm (1986) define la CRA como la propiedad de una proteína cárnea para retener tanto su propio contenido de agua como el añadido durante procesos de elaboración o también a la capacidad de la carne para retener su propio contenido de agua o el agua añadida durante la aplicación de fuerza. Este parámetro tecnológico ha sido destacado por su contribución a la calidad de la carne y sus productos. La distribución y movilidad del agua en el músculo y la carne, según Trout (1988), tienen una influencia significativa en la jugosidad, terneza, firmeza y apariencia de la carne.

En el músculo el agua existe de tres formas: a) ligada 5 %, b) inmovilizada 85 % y c) libre 10 %. Estas formas se diferencian según su ubicación en el tejido muscular. El agua unida es la más difícil de extraer debido a que esta está unida a las proteínas, el agua inmovilizada es la que se ve más afectada por los cambios físicos y bioquímicos producidos en la conversión de músculo a carne, el agua libre es la que se elimina sin obstáculos. Otros factores que afectan la CRA son la velocidad de descenso postmorten, las caídas de pH rápidas producen carnes con menos CRA, la temperatura elevada contribuye a la desnaturalización de proteínas y reduce la capacidad de retener el agua (Matarneh et al., 2020).

### **2.2.13 Color**

La escala CIELAB es el método más completo para estimar el color de la carne. El color se aprecia en el músculo recto abdominal. Se utiliza este músculo porque su color puede ser representativo del contenido normal de mioglobina en el músculo esquelético, y los efectos de la actividad muscular no afectan significativamente al citado contenido de pigmento (Colomer-Rocher' et al., 1987). Mota-Rojas et al. (2012) han utilizado previamente este músculo para medir el color de la carne en cobayas.

Teniendo en cuenta las diferencias histológicas y de textura, lo mismo ocurre con el músculo *longissimus thoracis et lumborum*. Por lo tanto, el color de estos dos músculos depende principalmente de la nutrición (contenido en hierro) y de la edad del animal. Sin embargo, como en la cobaya el tamaño de este músculo (*longissimus thoracis et lumborum*) puede ser demasiado pequeño, medir el color en él puede resultar muy difícil.

El músculo *rectus abdominis* carece de grasa externa, por lo que no es necesario limpiar o cortar el músculo para ver su color. El color debe medirse tras el sacrificio (a los 15 y 45 minutos) y tras el tiempo de oreo.

### **2.2.14 Probióticos.**

El uso de la palabra probiótico se remonta al año 1953 y la primera definición se da en el año 1965 donde se considera que los probióticos son sustancias que ciertos microorganismos secretan para estimular el crecimiento de otros (Corrales Benedetti & Palacios, 2020). Por este motivo, se consideran una alternativa a los APC, ya que ofrecen propiedades similares sin el riesgo de provocar resistencia microbiana (Bhogoju & Nahashon, 2022).

La mayoría de los microorganismos que se utilizan como probióticos en la nutrición de especies animales de granja son productores de ácido láctico y pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Saccharomyces* y *Aspergillus*. Dichos microorganismos han demostrado ser eficientes y aprovechables para la agroindustria (Castillo, 2016).

Numerosos estudios demuestran que, los probióticos tienen la capacidad de producir numerosas sustancias antimicrobianas los microorganismos benéficos de las géneros pertenecientes a *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y *Streptococcus* son capaces de producir bacteriocinas, ácidos grasos volátiles de cadena corta, peróxido de hidrógeno y ácido láctico, las levaduras del género *Saccharomyces* son una fuente de proteínas, minerales y vitaminas como complejo B, mientras que el género *Aspergillus* produce ácido cítrico y láctico por lo que se reduce el pH luminal, que es el principal mecanismo por el que se inhibe el crecimiento de diferentes bacterias patógenas como *E. coli*, *Streptococcus* y *Salmonella spp* (Plua et al., 2016)

## 2.2.15 Beneficios de los probióticos en nutrición animal

Los probióticos desempeñan un papel vital en la vida de los granjeros, porque ayudan a resolver problemas de producción animal y contribuyen al cambio del uso nocivo de los antibióticos en las granjas (Anee et al., 2021). El uso de probióticos en la industria ganadera obtuvo un mayor realce debido a resultados positivos sobre el hospedero en diferentes especies animales destinadas a la producción para el consumo humano (Gutiérrez & Güechá, 2016).

Los géneros microbianos más utilizados como probióticos se encuentran los *Lactobacillus*, *Bacillus*, *S. cerevisiae*.

**Tabla 1.**

Géneros de probióticos más utilizados.

### MICROORGANISMOS UTILIZADOS

#### *Lactobacillus*.

Mejoran la absorción de los nutrientes en el intestino.  
Sintetiza las moléculas para optimizar su paso a través del tracto gastrointestinal.

#### *Bacillus*

Producen enzimas hidrolíticas que facilitan la absorción de los nutrientes más complejos.  
Ayudan a la reducción de la acidez intestinal como del colesterol en el torrente sanguíneo.

#### *Saccharomyces cerevisiae*.

Favorece al hospedador con una mejor digestibilidad y absorción de nutrientes.  
Fortalece el sistema inmunológico por lo tanto impide la invasión y reproducción bacterias patógenas.

**Nota.** Adaptado de la investigación uso de probióticos en alimentación animal (Gutiérrez & Güechá, 2016).

## 2.2.16 Mecanismos de acción de los probióticos.

El consenso de la asociación científica internacional sobre probióticos y prebióticos enumera una serie de posibles mecanismos de acción, que van desde los más comunes encontrados en la mayoría de los probióticos estudiados, hasta aquellos más raros y específicos de ciertas cepas (Olveira & González, 2016)

**Figura 4.**

Mecanismos de acción de los probióticos.

**Principales mecanismos comunes en probióticos**

- Producción de ácidos grasos de cadena corta y acidificación del medio.
- Resistencia a la colonización.
- Regulación del tránsito gastrointestinal.
- Normalización de la microbiota
- Aumento de la regeneración de las células epiteliales del intestino (enterocitos)
- Exclusión competitiva de patógenos.

**Mecanismos comunes entre ciertas cepas**

- Producción de sustancias antimicrobianas directo frente a otras bacterias.
- Síntesis de vitaminas.
- Reforzamiento de la barrera intestinal.
- Metabolismo sobre las sales biliares.
- Actividades enzimáticas.
- Neutralización de celulas cancerigenas.

**Mecanismos poco comunes específicos de diferentes cepas**

- Efectos neurológicos con *Clostridium butyricum*.
- Efectos inmunológicos con *Bacteroides fragilis*.
- Efectos endocrinológicos
- Producción de sustancias bioactivas.

**Nota.** Adaptado de las investigaciones tituladas: Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica y Probióticos de nova geração: benefícios e aplicações em alimentos (Olveira & González 2016) (Do Carmo et al., 2022).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA.

#### 3.1 Tipo de Investigación y lugar de estudio

El presente trabajo es de tipo experimental, esta elección fue con el objetivo de recopilar datos numéricos sobre la calidad de la canal, medidas lineales, índices de calidad, composición regional, tisular y parámetros tecnológicos. La recolección de estos datos se realizó de manera sistemática, garantizando un control riguroso de las variables implicadas. Este enfoque experimental permitió manipular y controlar las variables en un entorno controlado, con el fin de establecer relaciones significativas y precisas entre los diferentes factores que influyen en las características estudiadas. La evaluación de la calidad de la carcasa se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca. Mientras que los parámetros tecnológicos se evaluaron en el laboratorio de PROANIN, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

#### 3.2 Diseño de Investigación

Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 unidades experimentales por tratamiento. Los tratamientos se evaluaron de acuerdo con la dieta con microorganismos probióticos siendo estos:

**Tabla 2.**

*Tratamientos por evaluar en el estudio.*

Tratamientos	Dosis y sustratos por emplearse
C	Dieta basal sin aditivo
B	Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con <i>L. acidophilus</i> spp ( $8.1 \times 10^7$ UFC/mL)
Kf	Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con <i>K. fragilis</i> ( $7.4 \times 10^6$ UFC/mL)
B+Kf	Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de <i>K. fragilis</i> y <i>L. acidophilus</i>

**Nota.** *K. fragilis* (*Kluyveromyces fragilis*), *L. acidophilus* (*Lactobacillus acidophilus*), C (control), B (*Lactobacillus acidophilus*), Kf (*Kluyveromyces fragilis* ), B+Kf (*Kluyveromyces fragilis*) + (*Lactobacillus acidophilus*).

**Animales y dieta basal:** Se emplearon un total de 40 crías de cobayos con  $300 \pm 10$  g de peso vivo (PV) y 5 días predestete ( $20 \pm 3$  día de edad). La alimentación se ofreció dos veces por día (07:00 am y 7:00 pm) por un periodo de 90 días, el mismo estuvo compuesto por 80% pasto y forraje y 20% de balanceado, según los requerimientos mínimos nutricionales para cada etapa productiva de cuyes según lo recomendado por las normas NRC (1995). Además, se suministró 15 mL de agua diariamente y de esta cantidad se aumentaron un 5% cada semana a todos los animales que fueron sometidos al estudio.

**Sistema de manejo de los animales.** Los animales estuvieron alojados en jaulas colectivos de  $1 \times 1$  m<sup>2</sup>, en cada poza estuvieron alojados 10 animales, los machos y las

hembras estuvieron separados. La temperatura del galpón se mantuvo entre 14 - 18 °C, el fotoperiodo fue de natural que corresponde 12 horas luz y la misma cantidad de oscuridad. Las camadas de cada tratamiento estuvieron ubicados distantes unas de otras, con un cuartón de intermedio a ambos lados del pasillo para evitar la autoinoculación. Todos los animales en estudio recibieron las atenciones veterinarias correspondientes según la Guía de Manejo de cuyes (Chauca et al., 2001)

**Obtención de los bioaditivos.** Ambos probióticos empleados en el estudio se obtuvieron según la metodología descrita por Miranda et al. (2018). El probiótico A (B), estuvo compuesto por sustrato melaza-vinaza fermentado con *Lactobacillus acidophilus* ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL) y probiótico B (Kf), contenía sustrato melaza – vinaza fermentada con *Kluyveromyces fragilis* spp ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL) y el probiótico C (B+Ff) fue un cultivo mixto de *L. acidophilus* y *K. fragilis*.

Suministro de los aditivos microbianos se empleo fue según la dosis indicada en la tabla 2, el suministro de bioaditivo microbiano a partir de tercer día fue cada tres días, según el grupo asignado, mientras que el grupo control recibirá 1.00 mL de agua destilada.

Para evaluar la calidad de la canal y los parámetros tecnológicos en la carne de cuyes alimentados con dietas que contenían microorganismos probióticos fueron las siguientes variables de respuesta: medidas lineales, composición regional, composición tisular, parámetros tecnológicos e índices de calidad.

### 3.3 Técnicas de recolección de Datos

Los datos de los parámetros o indicadores evaluados se recolectaron en una bitácora física (Anexo 7.1), donde fueron registrados los siguientes datos:

- Peso de la hemicanal izquierda congelada y descongelada.
- Peso de piezas (cuello, brazo, pierna y costillar).
- Peso de tejidos por pieza de la hemicanal (músculo, huesos, piel, grasa subcutánea, grasa intermuscular y despojos).
- Valores de pH a los 15, 45 minutos y 24 horas postmorten.
- Color (L\*, a\*, b\* h y C\*)
- Capacidad de retención de agua (CRA)

### 3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

En el estudio se emplearon un total de 40 cuyes alimentados con diferentes dietas que contienen microorganismos probióticos establecidos en 4 grupos de estudio como se observa en la **Tabla 2**.

### 3.5 Hipótesis

Ho: ¿Es posible que el uso de probióticos en los cuyes (*Cavia porcellus*) cambie la calidad de la canal, color, CRA y pH de la carne de cuy?

H1: ¿Es posible que el uso de probióticos en los cuyes (*Cavia porcellus*) no cambie la calidad de la canal, color, CRA y pH de la carne de cuy?

### **3.6 Métodos de análisis y procedimientos**

Los equipos y los métodos empleados en el presente estudio se detallan a continuación.

**Tabla 3.**

*Equipos utilizados en el experimento.*

<b>Nombre</b>	<b>Marca</b>
<b>pHmetro</b>	Milwaukee, MW102, China
<b>Colorímetro</b>	Minolta Chromameter CR-400, Japón
<b>Equipo de disección</b>	Bisturí pinzas y tijeras
<b>Balanza</b>	BIOBASE BE20002

#### **3.6.1 Peso vivo al sacrificio, rendimiento de la canal y la compacidad.**

Previo al sacrificio, todos los cuyes fueron sometidos al pesaje, a estos valores fueron considerados con peso vivo al sacrificio (PVS).

Peso de la canal fría (PCF), es el peso de la canal después del oreo.

Rendimiento de la canal fría (RCF), se calculó el peso de la canal después del oreo dividido entre el peso vivo al sacrificio ( $\times 100$ ).

Compacidad de la canal, es la relación entre el peso de la canal caliente (PCC) y la longitud de la canal (PCC/L, g cm<sup>-1</sup>).

Compacidad de las patas (porcentaje), es la relación entre la anchura de las nalgas y la longitud de las patas (G/F  $\times 100$ ).

#### **3.6.2 Medias lineales**

Longitud de la canal (L).- Esta distancia se mide en una línea recta desde el borde craneal del manubrio del esternón hasta el borde craneal del pubis. Esta distancia debe medirse internamente en la hemicanal izquierda después dividir las hemicanales.

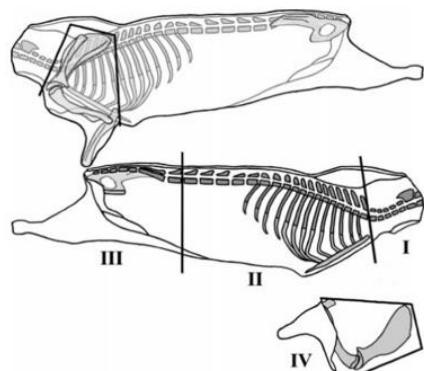
Longitud de la pierna interna (F).- Distancia desde la superficie de la articulación tarso-metatarsal hasta el borde craneal del hueso pubis. Esta distancia debe ser medida internamente en la hemicanal izquierda.

Anchura de las nalgas (G).- Longitud máxima entre ambos trocánteres mayores del fémur.

#### **3.6.3 Despiece y disección**

La investigación inicio con la descongelación de las hemicanales durante 24 horas y se realizó el despiece de estas según la metodología descrita por Sánchez-Macías et al., (2016) para ello se realizó lo siguiente:

**Figura 5.**  
*Despiece de la canal de cuy.*



**Nota.** Figura tomada de: Proposal for standard methods and procedure for Guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation, de Sánchez-Macías et al., (2016)

- I, cuello cortado a partir de la última cervical hasta primera vertebra torácica.
- II, costillar es el resultado de la separación de cuello, brazo y pierna.
- III pierna, corte recto que cruza la columna a la altura de las dos últimas vértebras lumbares.
- IV, brazo resultante de 4 cortes en líneas rectas provenientes del corte del cuello y la separación del costillar.

#### 3.6.4 Disección completa de la hemicanal

La composición tisular se realizó según Sánchez-Macías et al., (2016) y se calculó como el porcentaje de cada uno de los cortes con relación al peso de la hemicanal izquierda. Para esto se separó los tejidos que conforman la pieza al diseccionar y se formó los siguientes grupos:

- El músculo, tejido muscular estriado.
- La piel, con la grasa propia, pero sin los músculos asociados o unidos a la misma y el hueso.
- La grasa subcutánea, acúmulos que se encuentren debajo de la piel y pegados al resto de la pieza y la grasa intermuscular, acúmulos de grasa que se encuentra entre los músculos de la pieza.
- Los despojos, como tendones, vasos sanguíneos grandes, tejido conectivo mayor, etc.
- Con la suma de grasa subcutánea y grasa intermuscular se calculó la grasa total de cada pieza.

Después las piezas fueron sometidas a la disección, esto se refiere a la separación de los tejidos que conforman la pieza. Al diseccionar se formaron los siguientes grupos:

Con la suma de grasa subcutánea y grasa intermuscular se calculó la grasa total de cada pieza.

Con estos parámetros se calculó el porcentaje de cada uno de los tejidos con respecto a cada una de las piezas.

### **3.6.5 pH**

Los valores de pH se midieron a los 15 y 45 minutos y 24 horas postmortem, con un pHmetro calibrado. El procedimiento se realizó introduciendo la sonda de penetración sobre el músculo *longissimus dorsi (thoracis et lumborum)* según lo descrito por Sánchez-Macías et al. (2019a), todos por triplicado.

### **3.6.6 Color**

Para determinar la medida representativa de color se realizó por triplicado en el *músculo rectus abdominis*. Se utilizó un colorímetro (Konica Minolta Chromameter CR-400, Japón) según metodología descrita por Sánchez-Macías et al. (2016), asimismo, se utilizando el sistema CIELab\*, mediante las coordenadas L\*, a\*, b\*, C\*, y h\*.

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 ( $a^* < 0$ , verde) y el valor de b\* puede ser positivo ( $b^* > 0$ , amarillo) o negativo ( $b^* < 0$ , azul).

### **3.6.7 Capacidad de retención de agua**

Mediante el método de presión modificada en el estudio de Ruiz (2024), se utilizó una muestra de 3 g de carne de cuy, este fue colocado entre dos láminas ( $12 \text{ cm}^2$ ) de papel de filtro previamente pesado. La muestra de carne en estudio se dispuso entre dos placas de Petri invertidas y se sometió a la presión ejercida por un peso de 2,250 kg durante cinco minutos. Al término de este tiempo la muestra fue retirada con rapidez de los papeles de filtro y éstos fueron pesados inmediatamente en la balanza de precisión. Con estos datos se calculó a diferencia de peso mediante la siguiente formula:

$$\% \frac{\text{Peso antes} - \text{Peso después}}{\text{peso antes}} \times 100$$

### **3.6.8 Procesamiento de datos**

El análisis de datos se realizó en el programa SAS V.11. Para evaluar las diferencias significativas entre los grupos, se utilizó un ANOVA de una vía complementado con la prueba post hoc de Bonferroni. Esta técnica estadística permite comparar las medias de tres o más grupos para determinar si al menos un tratamiento es significativamente diferente a los demás. Por otro lado, con el fin de evaluar la confiabilidad de los resultados se calculó el error estándar de la media (EEM) y el valor p, considerando un nivel de significancia de 0,05.

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Calidad de la canal, medidas lineales, compacidades e índices.

En la **Tabla 4**, se reporta los resultados de las medias correspondientes a la calidad de la canal de cuyes con 90 días de estudio, con la inclusión de biopreparados probióticos obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras. El PVS de los cuyes en el presente estudio estuvo entre 950 y 1050 g. Mientras que, el peso de la canal fría se encontró entre 441 y 526 g, y el rendimiento de la canal fría fue de 46 y 50 g.

En el presente estudio el peso vivo al sacrificio (PVS) y el rendimiento de la canal fría (RCF), no presentaron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre los cuyes que consumieron probióticos en sus dietas (B, Kf, B+Kf) entre los animales del grupo control. Sin embargo, el peso de la canal fría (PCF), fue superior ( $p=0.040$ ) en los animales que consumieron biopreparado fermentado con *K. fragilis* (Kf) frente a los animales del grupo B, Kf y B+Kf sin diferencia entre estos últimos, pero si sobre los animales del grupo control, como se observa en la **tabla 4**.

**Tabla 4.**  
*Valores medios Calidad de la canal y medidas lineales.*

Parámetros evaluados	Tratamientos				EEM	<i>p</i> -valor
	C	B	Kf	B+Kf		
Peso vivo al sacrificio, g	953,66	989,34	1.050,57	1.046,51	2,52	0,088
Peso de la canal fría, g	441,70 <sup>b</sup>	483,29 <sup>ab</sup>	528,92 <sup>a</sup>	489,74 <sup>ab</sup>	3,45	0,040
Rendimiento de la canal fría, %	46,20	48,83	50,48	46,72	3,32	0,041
Largo de la canal (L), cm	21,40	21,10	22,20	22,40	1,96	0,153
Ancho de nalgas (G), cm	8,68	9,15	9,30	9,10	1,00	0,415
Largo interno de la pierna (F), cm	9,75	10,55	9,60	10,35	3,48	0,035
Compacidad de canal, g cm <sup>-1</sup>	20,61 <sup>b</sup>	21,87 <sup>ab</sup>	23,80 <sup>a</sup>	21,81 <sup>ab</sup>	3,07	0,052
Compacidad de la pierna, %	89,60	87,12	97,41	88,71	1,62	0,218

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p<0,05$ ).

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

Por su parte, el largo de la canal de los cuyes al final del estudio (90 d) estuvo entre 21 y 22 cm, mientras el ancho de nalgas fue de 9,30 y 8,60 cm. Y el largo interno de la pierna se midió de 9,60 y 10,55 cm. La inclusión de probióticos en la dieta de los cuyes no influyó en las medidas lineales (L, largo de la canal, G, ancho de nalgas, F largo interno de la pierna) evaluados en el estudio, por lo que no hubo diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre grupos C, B, Kf y B+Kf, al finalizar los 90 días del estudio.

En lo que corresponde a la compacidad de la canal al final de 90 días de experimento se encontró entre 20,62 y 23,80 g cm<sup>-1</sup>, mientras que, la compacidad de la pierna fue de 88,71 y 97,41 %. Sin embargo, en los cuyes que consumieron dietas que contenía sustrato vinaza - melaza fermentado con *K. fragilis* (Kf) registró mayor compacidad (23,8 g cm<sup>-1</sup>), sobre los animales del grupo B y B+Kf, y todos los cuyes que consumieron probiótico fueron superior con respecto a los animales del grupo control. Pero al comparar el porcentaje de la compacidad de la pierna, no presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos estudiados, como se observa en la **tabla 4**.

Los valores medios de los índices de calidad de carne de cuyes de 90 días de estudio que consumieron probióticos en su dieta obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras, se presentan en la **tabla 5**.

**Tabla 5.**

Valores medios de los índices de calidad en los cuyes.

ÍTEM	Tratamientos				EEM	p Valor
	C	B	Kf	B+Kf		
<b>Total</b>						
Músculo/ hueso	13,09	13,23	12,32	12,43	0,80	0,507
Grasa/ músculo	0,46	0,62	0,55	0,52	0,84	0,488
<b>Cuello</b>						
Músculo/ hueso	3,26	3,25	3,37	3,16	1,65	0,210
Grasa/ músculo	0,24	0,24	0,25	0,24	0,49	0,691
<b>Brazo</b>						
Músculo/ hueso	4,54	4,70	4,16	4,54	0,85	0,481
Grasa/ músculo	0,16	0,23	0,17	0,13	0,76	0,533
<b>Pierna</b>						
Músculo/ hueso	3,13	3,24	2,96	3,12	0,19	0,905
Grasa/ músculo	0,03	0,07	0,06	0,09	2,81	0,068
Músculo/ longitud	3,85	3,71	4,24	3,76	2,72	0,072
Grasa/longitud	0,13	0,25	0,27	0,34	2,60	0,082
<b>Costilla</b>						
Músculo/ hueso	2,16	2,04	1,82	1,62	1,76	0,189
Grasa/ músculo	0,02	0,08	0,07	0,07	3,34	0,044

a-b Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de (p<0,05).

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

El brazo por su parte no mostró una diferencia significativa (p>0,05) en los parámetros analizados. De igual manera la pierna no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en sus distintos índices, pero se evidenció rangos para músculo/hueso (2,96 a 3,24), grasa/músculo (0,03 a 0,09), músculo/longitud (3,71 a 4,24), grasa/longitud (0,13 a

0,34). De forma similar el costillar no presentó diferencias significativas en los índices analizados **tabla 5**.

#### 4.1.2 Composición Regional

En la **tabla 6**, se reporta las medias de los valores correspondiente a la composición regional expresada en gramos (g) de cuyes al finalizar los 90 días de estudio. Las medias de la composición regional en los animales en estudio se encontraron con los siguientes valores: cuello fue de 15,32 a 17,05, brazo de 46,67 a 49,74, por su parte la pierna se encontró entre 65,01 y 73,37 y la costilla tuvo un peso que oscila 73,21 a 84,62 g, respectivamente.

Pero el peso del cuello (piel, hueso, músculo y grasa) de los cuyes que consumieron biopreparado probiótico fermentado con *K. fragilis* (Kf) presentaron mayor peso superior a 17,76 g sobre los animales de los grupos B y B+Kf, sin diferencia entre estos dos y todos los animales que consumieron probióticos fueron superiores ( $p<0,05$ ) al grupo control **tabla 6**.

**Tabla 6.**

*Medias de composición regional expresada en gramos.*

Piezas de la canal de cuy, g	Tratamientos					EEM	<i>p</i> -valor			
	C	B	Kf	B+Kf						
Cuello	15,32	b	16,33	ab	17,76	a	17,05	ab	3,25	0,044
Brazo	46,67		51,42		51,13		49,74		0,78	0,518
Pierna	65,01		70,26		74,77		73,37		1,81	0,178
Costilla	73,21	b	78,61	b	95,28	a	84,62	ab	4,94	0,010

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de (p<0,05). EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL)), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL)), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

Por otro lado, el peso del brazo y de la pierna no presentaron diferencias significativas entre los animales que consumieron probióticos con los que no fueron alimentados con estos. En relación con el peso de la costilla, el grupo Kf fue el que presentó mayor peso (95.28 g), seguido por B+Kf, pero ambos fueron superiores a los cuyes del grupo C y B.

En la **tabla 7** se muestran los porcentajes de las piezas en relación con la canal de cuyes con 90 días de estudio, al suministrar biopreparados probióticos en su dieta obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras. La evaluación de la composición regional, el cuello fue de 7,37 y 7,62 % de la canal, mientras que el brazo representa entre 21,19 y 23,63 %. Por su parte, la pierna es 30,98 y 32,29 % del total, y el 36,02 y 39,37 % corresponde a la costilla en la canal de cuy.

**Tabla 7.**

Medias de composición regional expresada en porcentaje.

Piezas de la canal del cuy, %	Tratamientos				EEM	p-valor				
	C	B	Kf	B+Kf						
Cuello	7,62	7,51	7,37	7,53	0,85	0,484				
Brazo	23,08	ab	23,63	a	21,19	b	21,90	ab	3,09	0,051
Pierna	32,26		32,24		30,98		32,29		0,63	0,602
Costillar	36,41		36,02		39,37		37,48		2,06	0,139

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p<0,05$ ).

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

El porcentaje del cuello de los cuyes en estudio no presentaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) al incluir dieta que contenía sustratos fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras. Sin embargo, en el tratamiento B, el porcentaje de brazo fue superior a 23,63 % frente a los animales tratados con B+Kf y control, sin diferencias entre estos, pero todos superiores al grupo Kf. Por su parte, La pierna ( $p = 0,602$ ) y el costillar ( $p = 0,139$ ) no presentaron diferencias significativas entre tratamientos **tabla 7**.

#### 4.1.3 Composición Tisular total

En la **tabla 8** se muestra los valores medios de la composición tisular total expresada en gramos de cuyes de 90 días de estudio al suministrar probióticos en su dieta obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras.

El músculo, la grasa subcutánea, la grasa intermuscular y la grasa total no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p>0,05$ ). Por otra parte, los huesos en el tratamiento Kf presentan un mayor peso (48,33 g) en comparación con los tratamientos C y B mientras que B+Kf presenta un peso similar a los tratamientos C, B y Kf. La piel presentó un peso superior en el tratamiento Kf (47,85 g), similar a los pesos de los tratamientos B y B+Kf, pero diferente del tratamiento C.

**Tabla 8.**

Medias de composición tisular total expresada en gramos.

Tejidos de la canal de cuy, g	Tratamientos				EEM	p-valor				
	C	B	Kf	B+Kf						
Músculo	102,75	106,93	113,56	107,37	0,93	0,443				
Hueso	36,95	b	37,59	b	48,33	a	43,85	ab	3,66	0,030
Piel	39,98	b	44,81	ab	47,85	a	43,95	ab	2,32	0,106
Grasa Subcutánea	5,09		8,90		8,53		8,35		2,25	0,116
Grasa Intermuscular	2,82		3,74		4,01		2,68		0,44	0,725
Grasa total	7,91		12,64		12,54		11,03		1,31	0,301
Despojos	6,93	c	8,41	bc	10,38	ab	11,89	a	5,77	0,005
No comestible	43,88	c	46,00	bc	58,71	a	55,74	ab	6,28	0,004

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p<0,05$ ). EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

El tratamiento C presentó el menor peso en despojos (6,93 g) comparado con el tratamiento B+Kf (11,89 g) cuyo peso fue mayor lo cual no es favorable. Así mismo la parte no comestible presenta un peso menor en el tratamiento C (43,88 g), mientras que el tratamiento Kf obtuvo el mayor valor en relación con los tratamientos C, B y B+Kf **tabla 8**.

La **tabla 9** señala la composición tisular total expresada en porcentaje donde los porcentajes de los tejidos en la hemicanal de cuyes de 90 días alimentados con dietas que contienen microrganismos probióticos no presentaron diferencias significativas en músculo, hueso, piel, grasa subcutánea, grasa intermuscular, grasa total y no comestible ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 9.**  
*Medias composición tisular total expresada en porcentaje.*

Tejidos de la canal del cuy, %	Tratamientos					
	C	B	Kf	B+Kf	EEM	p-valor
Músculo	50,99	49,04	47,00	47,39	4,69	0,013
Hueso	18,55	17,19	20,13	19,29	1,90	0,165
Piel	19,77	20,63	19,89	19,50	0,68	0,574
Grasa Subcutánea	2,46	4,05	3,43	3,60	1,52	0,243
Grasa Intermuscular	1,31	1,76	1,57	1,15	0,50	0,689
Grasa total	3,77	5,81	5,00	4,75	0,93	0,447
Despojos	3,44 <sup>b</sup>	3,85 <sup>ab</sup>	4,30 <sup>ab</sup>	5,28 <sup>a</sup>	3,19	0,046
No comestible	21,99	21,04	24,43	24,56	4,40	0,017

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p < 0,05$ ).

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

Los despojos por su parte presentaron el valor más alto en el tratamiento B+Kf (5,28 %) superando al tratamiento control C (3,44 %) y similar al tratamiento que incluyó Bacterias (B) y al tratamiento que consumió levadura (Kf)

#### 4.1.4 Composición Tisular por Pieza

La **tabla 10** reporta la composición tisular por pieza expresado en gramos de cuyes de 90 días de estudio que consumieron probióticos en su dieta obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras.

En el cuello el hueso, la piel, la grasa y los no comestibles no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), mientras que el músculo presentó diferencias significativas, el tratamiento Kf tuvo el mayor peso 9,04 g este valor fue superior al tratamiento control 7,64 g, y a los tratamientos B y B+Kf estos últimos son iguales entre sí. Por otro lado, el brazo no presentó diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de sus tejidos ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 10.**

Medias composición tisular por pieza expresada en gramos.

Composición tisular / pieza, g	Tratamientos					EEM	p-valor
	C	B	Kf	B+Kf			
<b>Cuello</b>							
Músculo	7,64	<sup>b</sup>	8,27	<sup>ab</sup>	9,04	<sup>a</sup>	8,53
Hueso	2,36		2,55		2,69		2,71
Piel	2,49		2,72		2,90		2,80
Grasa Subcutánea	1,74		1,81		2,03		1,92
Grasa Intermuscular	0,13		0,17		0,21		0,12
Grasa total	1,87		1,98		2,24		2,04
Despojos	0,51		0,41		0,41		0,40
No comestible	2,87		2,96		3,11		3,11
<b>Brazo</b>							
Músculo	24,40		26,38		25,85		26,25
Hueso	5,43		5,71		6,30		5,78
Grasa Subcutánea	9,39		9,78		10,30		9,60
Grasa Intermuscular	2,12		3,20		1,93		1,88
Grasa total	1,88		2,36		2,38		1,42
Grasa Subcutánea	3,99		5,56		4,31		2,61
Despojos	1,63		1,80		2,61		2,95
No comestible	7,06		7,50		8,91		8,73
<b>Pierna</b>							
Músculo	37,57		39,15		40,56		38,94
Hueso	12,23		12,72		14,68		13,28
Piel	10,37		11,11		12,51		12,67
Grasa Subcutánea	0,56	<sup>b</sup>	1,85	<sup>ab</sup>	1,86	<sup>ab</sup>	2,91
Grasa Intermuscular	0,75		0,70		0,76		0,59
Grasa total	1,30		2,56		2,62		3,49
Despojos	1,72		2,76		2,39		2,91
No comestible	13,95		15,49		17,07		16,20
<b>Costillar</b>							
Músculo	33,15		33,12		38,11		33,65
Hueso	16,93	<sup>b</sup>	16,61	<sup>b</sup>	24,66	<sup>a</sup>	22,07
Piel	17,73	<sup>b</sup>	21,19	<sup>ab</sup>	22,15	<sup>a</sup>	18,87
Grasa Subcutánea	0,68		2,04		2,71		1,65
Grasa Intermuscular	0,07		0,05		0,66		0,56
Grasa total	0,74		2,55		3,37		2,21
Despojos	3,07	<sup>b</sup>	3,44	<sup>b</sup>	4,97	<sup>ab</sup>	5,63
No comestible	20,00	<sup>b</sup>	20,05	<sup>b</sup>	29,62	<sup>a</sup>	27,71

a-b Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p<0,05$ ).

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8,1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7,4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

La pierna presenta diferencia significativa en la grasa subcutánea donde B+Kf reporta el peso más alto (2,91 g) similar a los tratamientos B y Kf, pero diferente del tratamiento C

cuyo valor fue menor (0,56 g). Sin embargo, el músculo, la piel, los huesos, la grasa intermuscular, los despojos y no comestible no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. El costillar, presentó diferencias significativas donde el tratamiento Kf obtuvo los valores más altos en: huesos (24,66), piel (22,15) y no comestible (29,62). Por otro lado, la parte no comestible también presenta diferencias significativas y el tratamiento que reportó el mayor valor fue el B+Kf (29,62 g) frente al tratamiento control y el tratamiento que se alimentó con bacterias B. Mientras que, el músculo y la grasa no presentaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) **tabla 10.**

En la **tabla 11** se aprecia los valores correspondientes a la composición tisular por pieza expresada en porcentaje, de cuyos de 90 días de estudio que consumieron probióticos en su dieta obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras.

Los rangos establecidos para los diferentes tejidos del cuello son los siguientes: músculo (49,93-50,89) %, huesos (15,15-15,89) %, piel (16,21-16,67) %, grasa subcutánea (11,05-11,40)%, grasa intermuscular (0,66-1,17) %, grasa total (11,89-12,57) %, despojos (2,41-3,32)%, no comestible (17,56-18,69) %. El análisis del cuello no mostró diferencias significativas en el porcentaje de cada tipo de tejido.

Para el brazo se establecieron los siguientes rangos en porcentaje: músculo (53,01-51,22) %, huesos (12,49-11,16) %, piel (19,95-18,94) %, grasa subcutánea (5,92-3,52)%, grasa intermuscular (4,67-2,69) %, grasa total (10,59-6,21) %, despojos (5,88-3,34)%, no comestible (17,64-14,64) %, y esta pieza tampoco presentó diferencias significativas entre tratamientos de ningún tejido.

En relación con la pierna la grasa subcutánea presentó diferencias significativas entre tratamientos, donde los cuyos alimentados con la mezcla probiótica B+Kf (3,80 %), superaron al tratamiento control (0,80 %) y los tratamientos B y Kf se encuentran entre estos valores, mientras que, el músculo, la piel, la grasa intermuscular, lo no comestible (huesos y despojos) no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Por otro lado, el costillar evidenció diferencias significativas en el músculo, el tratamiento control obtuvo el valor mayor (45,37 %) en relación con el tratamiento Kf (39,67 %) y B+Kf (39,72 %), pero semejantes al valor obtenido en el tratamiento B (42,13 %), no se evidenció diferencias significativas en la piel, grasa y no comestible entre tratamientos **tabla 11.**

**Tabla 11.**

Medias composición tisular por pieza expresada en porcentaje.

Piezas de la canal del cuy, %	Tratamientos					EEM	p-valor
	C	B	Kf	B+Kf			
<b>Cuello</b>							
Músculo	49,93	50,64	50,89	49,97	2,57	0,085	
Hueso	15,37	15,65	15,15	15,89	1,00	0,411	
Piel	16,21	16,67	16,35	16,40	0,55	0,652	
Grasa Subcutánea	11,34	11,05	11,40	11,23	0,42	0,742	
Grasa Intermuscular	0,82	1,05	1,17	0,66	0,96	0,431	
Grasa total	12,16	12,10	12,57	11,89	0,80	0,507	
Despojos	3,32	2,53	2,41	2,43	1,34	0,291	
No comestible	18,69	18,18	17,56	18,32	1,77	0,186	
<b>Brazo</b>							
Músculo	52,81	51,65	51,22	53,01	0,15	0,928	
Hueso	11,93	11,16	12,49	11,76	0,71	0,557	
Piel	19,95	18,94	19,91	19,32	0,33	0,801	
Grasa Subcutánea	4,29	5,92	3,59	3,52	0,67	0,582	
Grasa Intermuscular	3,71	4,67	4,27	2,69	0,77	0,523	
Grasa total	8,00	10,59	7,86	6,21	0,81	0,503	
Despojos	3,34	3,48	5,05	5,88	2,41	0,099	
No comestible	15,27	14,64	17,55	17,64	2,63	0,080	
<b>Pierna</b>							
Músculo	57,68	55,86	54,54	53,37	2,39	0,100	
Hueso	19,00	17,95	19,61	17,83	0,45	0,722	
Piel	15,99	15,75	16,68	17,39	2,77	0,069	
Grasa Subcutánea	0,80 <sup>b</sup>	2,72 <sup>ab</sup>	2,38 <sup>ab</sup>	3,80 <sup>a</sup>	5,82	0,006	
Grasa Intermuscular	1,06	1,03	0,97	0,73	0,26	0,852	
Grasa total	1,85	3,74	3,35	4,52	2,19	0,122	
Despojos	2,63	3,85	3,12	4,03	1,13	0,364	
No comestible	21,64	21,80	22,72	21,87	0,12	0,948	
<b>Costillar</b>							
Músculo	45,37 <sup>a</sup>	42,13 <sup>ab</sup>	39,67 <sup>b</sup>	39,72 <sup>b</sup>	3,39	0,039	
Hueso	23,01	21,02	25,78	25,97	3,00	0,057	
Piel	24,14	27,25	23,88	22,44	2,30	0,109	
Grasa Subcutánea	0,88	2,48	2,58	1,95	1,65	0,211	
Grasa Intermuscular	0,08	0,67	0,61	0,67	3,29	0,048	
Grasa total	0,96	3,15	3,19	2,62	2,51	0,091	
Despojos	4,30	4,32	5,30	6,63	5,35	0,008	
No comestible	27,31	25,33	31,08	32,59	5,06	0,009	

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de ( $p<0,05$ ).

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

#### 4.1.5 Parámetros Tecnológicos

La **tabla 12** indica los valores medios obtenidos para pH, CRA % y perdidas por congelación % de cuyes de 90 días de estudio que consumieron probióticos en su dieta obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras.

Las medias de pH tomadas en el músculo *Longissimus dorsi* establecidas para cada tratamiento, a los 15 min se estableció un rango de pH entre 6,93 a 7,04, a los 45 min bajó a un rango de 6,47 a 6,60 y para las 24 h el valor descendió a un rango de 5,51 a 5,79 entre tratamientos, estos valores no presentaron diferencias significativas en ninguno de los tiempos en los que se registró el valor.

**Tabla 12.**

Valores medios de parámetros tecnológicos.

Indicadores	Tratamientos						EEM	<i>p</i> Valor
	C	B	Kf	B+Kf				
pH	15 min	7,04	6,93	6,93	6,93		0,23	0,876
	45 min	6,60	6,47	6,59	6,51		0,11	0,952
	24 h	5,79	5,79	5,79	5,51		0,42	0,743
CRA, %	14,77	<sup>a</sup>	15,33 <sup>a</sup>	15,17 <sup>a</sup>	7,22 <sup>b</sup>		0,31	<0,001
Pérdidas por congelación, %	8,77	<sup>ab</sup>	9,87 <sup>a</sup>	8,58 <sup>ab</sup>	7,49 <sup>b</sup>		5,47	0,007

<sup>a-b</sup> Medias en la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente de (*p*<0,05).

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

Por otra parte, CRA presenta valores similares en los tratamientos C (14,77 %), B (15,33 %) y Kf (15,17 %) pero superiores con el tratamiento B+Kf cuyo valor registrado fue el menor (7,22 %). Así mismo, las pérdidas por congelación presentaron diferencias significativas, el tratamiento B presentó el mayor valor 9,87 %, mientras que, el tratamiento B+Kf muestra el valor más bajo 7,49 % **tabla 12**.

En la **tabla 13** se señala los valores medios de los parámetros de color tomados en el músculo *rectus abdominis* de cuyes de 90 días de estudio que consumieron probióticos en su dieta obtenidos a partir de residuos agroindustriales y fermentados con bacterias acido lácticas y levaduras.

Los valores de luminosidad L\* no presentaron diferencias significativas entre tratamientos y se encontraron en un rango de 45,23 a 48,67, por su parte, el índice de rojo no mostró diferencias significativas y su valor máximo fue 13,55 en el tratamiento B+Kf. El índice de amarillo no presentó diferencias significativas y su valor mínimo fue de 10,30 en el tratamiento Kf.

**Tabla 13.**Valores medios de color tomado en el músculo *rectus abdominis*.

Índices	Tratamientos				EEM
	C	B	Kf	B+Kf	
L*	48,67	47,23	47,88	45,23	0,030
a*	13,51	10,63	12,76	13,55	0,045
b*	10,67	10,47	10,30	10,83	0,945
C*	17,22	14,98	16,42	17,25	0,127
H	37,64	45,04	38,82	38,96	0,125

EEM: error estándar de la media.

Tratamientos: C (Dieta basal sin aditivo), B (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *L. acidophilus* spp ( $8.1 \times 10^7$  UFC/mL), Kf (Dieta basal + 1,00 mL sustrato melaza-vinaza fermentado con *K. fragilis* ( $7.4 \times 10^6$  UFC/mL), B+Kf (Dieta basal + 1,00 ml sustrato melaza – vinaza fermentada con un cultivo mixto de *K. fragilis* y *L. acidophilus* spp).

Con respecto a C\* los valores no presentaron diferencias significativas y se encuentran en un rango de 14,98 a 17,25 al igual que en los parámetros anteriores H no presentó diferencias significativas y los valores se sitúan dentro del rango de 37,64 a 45,04 respectivamente.

## 4.2 Discusión

### 4.2.1 Calidad de la canal, medidas lineales, compacidades e índices.

Los resultados presentados previamente en este estudio sobre cuyes de 90 días de estudio señalan que, al comparar el PVS expresado en gramos con el control, no se encontraron diferencias significativas, al igual que en un estudio reportado por Carcelén et al. (2021), donde se evaluaron cuyes machos de 70 días de edad suplementados en la dieta con un probiótico que contenía *Enterococcus hirae*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus frumenti*, *Lactobacillus johnsoni*, *Streptococcus thoralensis* y *Bacillus pumilus*. Este estudio mostró que la adición de estos microorganismos en la dieta no genera diferencias significativas ( $p>0,663$ ), en el peso vivo al sacrificio.

Sin embargo, la adición de levaduras *K. fragilis* en la dieta de los cuyes aumentó aproximadamente 85 g entre el tratamiento control (441 g) y Kf (526 g) del PCF, al igual que la compacidad de la canal, que aumentó aproximadamente tres gramos en el tratamiento Kf ( $23,80 \text{ g cm}^{-1}$ ) frente al control ( $20,61 \text{ g cm}^{-1}$ ). Esto puede deberse al mecanismo de acción de las levaduras, ya que estos microorganismos son capaces de sintetizar moléculas complejas, mejorando la digestibilidad y absorción de nutrientes (Gutiérrez & Güechá, 2016).

El rendimiento de la carcasa es un indicador de la cantidad de alimento que se transforma en carne. En este estudio no se presentan diferencias significativas de los tratamientos frente al control. Asimismo, en un estudio de Andía & Ángeles (2021), sobre cuyes machos de 8 semanas de estudio suplementados con mezcla probiótica de *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* y *Saccharomyces cerevisiae*, se reportaron valores sin diferencias significativas ( $p>0,05$ ). Por otra parte, Francys et al. (2018) en su estudio sobre

cuyes de 60 días de estudio con probiótico (*Lactobacillus*), también reportaron datos sin diferencias significativas ( $p>0,05$ ) igual que en este estudio. Estos resultados, al igual que los obtenidos, no presentan una diferencia estadística, pero sí numérica.

La compacidad de la canal, al igual que la compacidad de la pierna, son índices que caracterizan de mejor manera la canal (Stazionati et al., 2021). Los resultados obtenidos en este estudio indican que el tratamiento con levaduras Kf obtuvo el mayor valor 23,80 con respecto a compacidad de la canal. Por otro lado, Tenelema (2016) reportó valores de compacidad para cuyes de raza mejorada de 4 meses de edad alimentados con alfalfa más balanceado ( $31,59 \text{ g cm}^{-1}$ ), desechos agrícolas ( $22,76 \text{ g cm}^{-1}$ ) y desechos agrícolas más balanceados ( $28,20 \text{ g cm}^{-1}$ ), presentan valores más altos, esto puede deberse a la raza, tipo de alimentación proporcionada y a la edad de los cuyes en el estudio. Mientras que la compacidad de la pierna tuvo valores altos como 87,12 % frente a 55,61% del estudio ya mencionado.

Los resultados en este estudio también pueden ser un indicador de que los mecanismos de acción que presentan las levaduras generan un mayor rendimiento en (g/cm) y ayudan a la transformación del músculo en carne (Olveira & González-Molero, 2016).

Con respecto a L, las medidas reportadas en esta investigación se encuentran dentro del rango 21,10 cm a 22,40 cm., mientras que Barba (2015) señala que la longitud promedio de la canal de cuyes de 3 meses fue de 21,26 cm, con un máximo de 25,40 cm y un mínimo de 18,20 cm, similares a los datos obtenidos en este estudio. Sin embargo, estos cuyes no fueron alimentados con una dieta basada en probióticos por lo que se puede inferir que la adición de probióticos no influye en el largo de la canal.

El ancho de nalgas (G) y el largo interno de la pierna (F) no presentaron diferencias significativas en este estudio. Por otro lado, Hernández (2015) señala que no existen diferencias significativas en ancho de nalgas conforme la edad, pero sí en cuanto al sexo de los animales, siendo los machos los que presentan valores más altos. Por otro lado, el largo interno de la pierna no presenta diferencias significativas en cuanto a sexo, pero sí en relación con la edad ya, que los cuyes de 12 meses presentaron los valores más altos.

Remache (2016), en su estudio en cuyes, reporta que el ancho de nalgas presenta diferencias significativas en machos de 3, 4 y 6 meses, siendo los de 6 meses los que muestran mejores resultados, debido a que han alcanzado un mayor desarrollo. Sin embargo, estos valores son menores a los encontrados en este estudio, ya que los cuyes analizados fueron alimentados con probióticos y de menor edad (tres meses).

En cuanto a índices, no se reportaron diferencias significativas. Esto puede deberse a factores como la alimentación, el tipo de microorganismo utilizado en los distintos grupos. Algunos índices muestran una leve diferencia numérica en cuanto a la cantidad de músculo/hueso y grasa/músculo en las distintas piezas pertenecientes a los grupos que consumieron biopreparados a excepción del costillar. Dayenoff et al. (2019) reportaron una

diferencia en músculo/hueso en cabras. Sin embargo, esto puede deberse al tipo de animal usado en el experimento, ya que los huesos de las cabras son de mayor proporción en relación con los cuyes.

#### **4.2.2 Composición regional.**

La pieza con mayor proporción en los tratamientos analizados en este estudio fue el costillar 39,37 %, lo que se corrobora en la investigación realizada por Palacios (2017) que obtuvo un valor de 38,79%, mientras que Palmay (2015) reportó que la pieza con mayor proporción fue la pierna con un valor de 40,03%, debido a que los animales de estudio seleccionados tenían un mayor desarrollo en los cuartos traseros.

Este estudio reporta que la pieza con menor proporción fue el cuello 7,51%, al igual que Palacios (2017) cuyo valor fue 8,81% y Palmay (2015), siendo 6,50 % en animales de tres meses. Estos valores son similares a los que se obtuvo en esta investigación, sin embargo, estos animales no fueron suministrados con dietas a base de probióticos, pero tenían diferentes características como mayor desarrollo en cuartos traseros y raza peruana mejorada.

La investigación mostró que la inclusión de bacterias ácido-lácticas en la dieta de los cuyes mejoran la proporción del brazo con respecto a la canal, debido a que su valor supera con aproximadamente 7 % a los valores obtenidos en el estudio realizado por Palacios (2017). Mientras que, Palmay (2015) reporta un valor de 14,47 % esto debido al tipo de estudio realizado.

#### **4.2.3 Composición tisular**

La hemicanal de cuyes alimentados con levaduras presentó diferencias significativas comparadas con el grupo control en los tejidos de hueso, piel y no comestible. Sin embargo, los despojos son el tejido que presenta diferencia significativa en el tratamiento cuya dieta incluía bacterias y levadura. Este tratamiento presentó mayor porcentaje (5,28 %) en comparación con los otros tratamientos (Kf: 4,30%, B: 3,85%) y el control (3,44%). Esto se debe a que los cuyes analizados tuvieron un periodo de almacenamiento de aproximadamente un año y medio, lo cual repercutió de forma negativa en los tejidos, ya que ciertas partes presentaban daños de quemaduras por el método de congelación y por residuos de pelo en la pieza.

La dieta suministrada en este estudio tuvo un impacto en la grasa subcutánea de la pierna; sin embargo, el músculo y demás tejidos no se vieron afectados por esta dieta, a diferencia de lo reportado por Saavedra (2023) en su estudio sobre la inclusión de *Pleurotus ostreatus* en conejos, donde no se muestran efectos de la adicción de este sustrato sobre el músculo y grasa de la pierna, al igual que en el estudio de Salama et al. (2019), donde se utilizó hinojo y enzimas comerciales en la dieta de conejos.

Por otra parte, se observa un mayor porcentaje de grasa subcutánea en la pierna de cuyes que consumieron una dieta en base a bacterias y levaduras, presentando un valor de

3,80 g superior a los resultados de, Palacios (2017). El músculo del costillar, comparado al estudio anterior, es menor en todos los tratamientos. Esto puede deberse a la raza de cuyes utilizada para el estudio y al tiempo de almacenamiento, que ocasionó la impregnación de tejidos, dificultando la separación de los tejidos y repercutiendo en el peso final del músculo.

#### 4.2.4 Parámetros tecnológicos

En el presente estudio, la carne de cuyes alimentados con microorganismos probióticos presentó valores de pH dentro del rango 5,51 a 5,79 a las 24 h postmortem. Este rango se encuentra dentro del mencionado por Lucas et al. (2018) para carnes de cuy óptimas al consumo humano, donde el rango pH es 5,5 a 6,4. Por su parte, Simonová et al. (2020) reporta valores de pH a las 24h postmorten de 5,57 a 5,74 en carne de conejos alimentados con dietas que contienen biopreparados cuyos resultados son similares a los encontrados en este estudio.

En otro estudio realizado por Tandzong et al. (2015), se reportan valores de pH para la carne de cuy de 5,98 a 6,15 a las 24h postmortem, sin diferencias significativas por la inclusión de hojas de yuca en la dieta. Sin embargo, estos valores son superiores a los encontrados en este estudio. En un estudio de Díaz (2020), se reportan valores de pH en conejos alimentados con una dieta a base de pasta de aguacate de desecho de 5,12 a 5,23 los cuales no presentan diferencias significativas, al igual que en este estudio; sin embargo, presentan valores menores. Esto puede deberse al tipo de dieta suministrada en cada experimento.

La capacidad de retención de agua en la carne de cuyes alimentados con microorganismos probióticos en el músculo *triceps brachii* expresa valores con diferencias significativas, los mayores en el tratamiento B (15,33 %) frente a 7,22 % en el tratamiento B+Kf esto se debe a la metodología y músculo utilizados en este estudio.

Por su parte, Cárdenas et al. (2018), siguiendo la metodología de Castro-Ríos & Narvaéz-Solarte (2013) en el músculo *Longissimus dorsi*, reportó un valor máximo de 23,1% y mínimo de 15,2% con diferencias significativas. Los autores mencionan que esto se debe a la dieta proporcionada en cada tratamiento, ya que los cuyes generalmente disminuyen la capacidad de almacenar agua en sus tejidos conforme llegan al periodo de adultez, lo que puede generar una mejor capacidad de retención de agua y menor rendimiento de la canal.

Por otro lado, Abou-Kassem et al. (2021), en su estudio en carne de codornices, mencionan que existe una diferencia significativa. El mejor resultado se encuentra en el grupo que contenía dos fuentes de probióticos, siendo 25,93 % frente al control (23,48 %), el valor más bajo hallado. Estos resultados pueden ser más altos debido a la metodología utilizada, en la que no se determinó la CRA, sino que se estimó a partir de los resultados obtenidos de pérdidas por cocción.

Por otra parte, Abdel-Wareth et al. (2021), en su estudio en carne de conejos, presentan resultados con diferencia significativa. Las semillas fenogreco y las

combinaciones de probiótico mostraron una disminución significativa en la CRA frente al tratamiento control, siendo, 34,2 %, 32,2 % y 31,3 % valores obtenidos con diferentes concentraciones de probióticos, mientras que el control fue de 43,80 %. Esto se estimó centrifugando 5 g de músculo, colocados en papel de seda dentro de un tubo, durante 4 min a 1 500 x g (FRC). Esto puede deberse a que la combinación de microorganismos probióticos disminuye la CRA, tal como en este estudio.

Las pérdidas por congelación muestran diferencias significativas, donde el grupo suplementado con la dieta de bacterias es el que mayor pérdida presenta, siendo del 9,87% y el grupo B+Kf es el que presentó menos pérdida, siendo del 7,49 %. Sin embargo, se observan altas pérdidas por congelación, lo que puede ser un efecto de la diferencia de temperatura entre el medio congelante y descongelante. Según Carpio (2015), esto se debe a que se usó un periodo de descongelación de 24 horas en refrigeración, lo que genera una mayor pérdida de exudado en comparación a la descongelación en microondas (35 minutos) y la inmersión en agua a temperatura ambiente de (5-7 horas). Por otra parte, Bouzaïda et al. (2021) mencionan que los valores de pérdidas por descongelación en carne de conejo fueron menores en el grupo alimentado con bellotas siendo 9,42 % frente a 10,79 % del control.

El color presenta una diferencia numérica, siendo el grupo B+Kf el que presenta menor índice de luminosidad L\* (45,23) frente al grupo C, con L\* de 48,67. Por otro lado, en el índice de rojo a\*, el grupo B+Kf presenta un valor superior a los otros tratamientos siendo 13,55 frente al grupo B (10,63). El índice de amarillo b\* indica que el grupo Kf presenta menor amarillez, con un valor de 10,30 y el grupo B+Kf presenta un tono más amarillento, siendo este 10,83.

Liu et al. (2022), al igual que en este estudio, determinaron que la adición de probióticos disminuye la L\* en la carne de corderos; los valores fueron de 35,15 en el grupo control frente a 33,89 del grupo alimentado con dietas que contienen biopreparados. En otro estudio realizado por Tekce et al. (2021) en carne de rumiantes, se presenta mayor índice de luminosidad en los tratamientos con probióticos siendo L\* 51,53 frente a L\* 48,31 del grupo control. Eso puede deberse al tipo de probióticos y carne usados en el experimento.

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### **5.1 Conclusiones**

Los probióticos influyeron en los indicadores de calidad de la canal de carne de cuy. En particular, el tratamiento con *K. fragilis* (Kf) mostró mejoras en los parámetros de peso vivo al sacrificio y rendimiento de la canal fría. Sin embargo, no se observarán diferencias significativas en PCF, compacidad de la canal, L, G, F, compacidad de la pierna e índices de la carne y canal entre los tratamientos.

Por su parte, en la composición regional los probióticos mejoraron el porcentaje en el peso del brazo. Respecto a la composición tisular, los cuyes alimentados con probióticos y almacenados por más de 18 meses presentaron un mayor despojo en la zona del costillar.

El pH y el color de la carne no se vieron afectados por la adición de biopreparados en las dietas. Sin embargo, la capacidad de retención de agua (CRA) y las pérdidas por congelación presentan diferencias significativas entre los grupos debido al tipo de descongelación a los que fueron sometidos. Las hemicanales de los animales que consumieron bacterias *L. acidophilus* mejoraron en la CRA, pero experimentaron mayores pérdidas por congelación. Por su parte, los cuyes que recibieron una combinación de *L. acidophilus* y *K. fragilis* (B+L) tuvieron menores pérdidas por congelación y un menor valor en CRA.

#### **5.2 Recomendaciones.**

Para futuras investigaciones se recomienda evaluar otros parámetros tecnológicos como textura para determinar el efecto de los probióticos en la carne y en la canal de cuyes.

Además de evaluar el efecto de los probióticos en la dieta de hembras para comparar el efecto sobre el sexo de los cuyes en la calidad de la canal y carne.

Evaluar el efecto de la inclusión de microorganismos probióticos en la dieta de cuyes con diferentes edades sobre la calidad de la canal y parámetros tecnológicos de la carne.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Wareth, A., Elkhateeb, F. S. O., Ismail, Z. S. H., Ghazalah, A. A., & Lohakare, J. (2021). Combined effects of fenugreek seeds and probiotics on growth performance, nutrient digestibility, carcass criteria, and serum hormones in growing rabbits. *Livestock Science*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104616>
- Abou-Kassem, D. E., Elsadek, M. F., Abdel-Moneim, A. E., Mahgoub, S. A., Elaraby, G. M., Taha, A. E., Elshafie, M. M., Alkhawtani, D. M., Abd El-Hack, M. E., & Ashour, E. A. (2021). Growth, carcass characteristics, meat quality, and microbial aspects of growing quail fed diets enriched with two different types of probiotics (*Bacillus toyonensis* and *Bifidobacterium bifidum*). *Poultry Science*, 100(1), 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.04.019>
- Álvarez, P. E., & Cervera, R. J. (2021). Estrategias de Marketing para incrementar la exportación de carne de cuy en la principal empresa exportadora al mercado estadounidense, 2021 [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo.
- Álvarez, J., León, V. (2008). Estudio del efecto del uso de antibióticos coccidiostáticos, complejo vitamínico y probióticos en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). [Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas].
- Andía, V., & Ángeles, A. M. (2021). Efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica sobre los parámetros productivos de *Cavia porcellus*, cuy. *TAYACAJA*, 4(2), 13–21. <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v4i2.167>
- Anee, I. J., Alam, S., Begum, R. A., Shahjahan, R. M., & Khandaker, A. M. (2021). The role of probiotics on animal health and nutrition. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 82(1). <https://doi.org/10.1186/s41936-021-00250-x>
- Aphrodita, A., Nurmalia Sentono, D., & Fitria, L. (2024). Analysis of carcass weight and proximate composition as guinea pig [*Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758)] meat quality indicator. *BIO Web of Conferences*, 94, 06004. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249406004>
- Avilés-Esquivel, Diana. (2016). El pueblo ecuatoriano y su relación con el cuy Ecuadorian people and their relationship with the guinea pig. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. 4. 38-40.
- Barba, Iván (2015). Predicción de la composición tisular de la canal de cuy a partir de parámetros de calidad pre y post sacrificio [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Riobamba, Ecuador.
- Barba, L., Sánchez-Macías, D., Barba, I., & Rodríguez, N. (2018). The potential of non-invasive pre- and post-mortem carcass measurements to predict the contribution of carcass components to slaughter yield of guinea pigs. *Meat Science*, 140, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.019>
- Barraza-Santos, G., Hernández-Martínez, C., Sinagawa-García, S., Luna-Maldonado, A., Flores-Girón, E., Kawas-Garza, J., López-Puga, J., & Méndez-Zamora, G. (2021). Efecto de aceites esenciales de orégano en la calidad de la carne de codornices. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(2). <https://doi.org/10.19136/era.a8n2.2709>

- Betancur Hurtado, C., Rodríguez Bertot, R., Martínez Aguilar, Y., Romero Cruz, O., & Rugeles Pinto, C. C. (2020). La administración oral de un biopreparado con *Lactobacillus plantarum* CAM-6 mejoró el comportamiento productivo y el rendimiento de la canal de cerdos en crecimiento. *Revista de Producción Animal*, 32(2). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3482>
- Bhogoju, S., & Nahashon, S. (2022). Recent advances in probiotic application in animal health and nutrition: A review. *Agriculture (Switzerland)*, 12(2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020304>
- Boccard, R., Dumont, B., Peyron, C. (1964). Étude de la production de la viande chez les ovins. VIII. Relations entre les dimensions de la carcasse d'agneau. *Ann. Zootech*, 13, 367-378.
- Bouzaida, M., Resconi, V., Romero, J., Olleta, J., Asenjo, B., Miranda-de la Lama, G., & María, G. (2021). Productividad y calidad de carne de conejos cebados con 20% de bellota en el pienso: *Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario*; 227.
- Bulkaini, B., Dahlanuddin, D., Ariana, T., Kisworo, D., Maskur, M., & Mastur, M. (2022). Marbling score, cholesterol, and physical-chemical content of male Bali beef fed fermented pineapple peel. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(3), 419–431. <https://doi.org/10.5455/javar.2022.i610>
- Buxadé C., C. (1995). Zootecnia: Bases de producción animal. Tomo V. Avicultura clásica y complementaria. Ediciones Mundi-Prensa
- Cabello, T. I. (2009). Uso de probióticos como alternativa sustitutoria de los antibióticos promotores del crecimiento en cerdos [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/15334>.
- Carcelén, F., López, M., Martín, F. S., Ara, M., Bezada, S., Ruiz-García, L., Sandoval-Monzón, R., López, S., & Guevara, J. (2021). Effect of probiotics administration at different levels on the productive parameters of guinea pigs for fattening (*Cavia porcellus*). *Open Veterinary Journal*, 11(2), 222–227. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2021.v11.i2.6>
- Cárdenas, L., Sarmiento, V., & Ramos, R. (2018). Características productivas y tecnológicas de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) utilizando dietas basadas en pisonay (*Erythrina* sp). *Journal of High Andean Research*, 20(4), 451–460. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.422>
- Carpio, G. A. (2015). Propiedades tecnológicas de la carne de llama (*Lama glama*) marinada con cloruro sódico y fosfatos sometidas a congelación y descongelación. [Trabajo para la obtención del título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1793>.
- Castillo, V. (2016). Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal *Zoociencia*, 3(2), <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/514>.

- Castro-Ríos, K., & Narvaéz-Solarte, W. (2013). Calidad sensorial y pérdidas por cocción en carne de cerdo: Efecto del sexo y fuente de selenio. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1).
- Cevallos, L. P., Núñez, D. P., & Sánchez Macías, D. (2015). Evolución de la caída postmortal del pH y normalización del análisis de la calidad tecnológica de la carne de cuy [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/429/1/UNACH-ECIAGRO-2015-0003.pdf>
- Chauca de Zaldívar, L. C. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). FAO-Roma. Document technique sur l'élevage 138, 1-77
- Ciriá, J. & Garcés, C., 1995. El cebo intensivo en ganado porcino. En; zootecnia. Bases de producción animal.
- Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P., & Kirton, A. (1987). Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livestock Production Science*, 17.
- Corrales, D., & Palacios, J. A. (2020). Los probióticos y su uso en el tratamiento de enfermedades. *Revista Ciencias Biomédicas*, 9(1).
- Cuenca, M., Chauca, J., García, J., & Sigüencia, C. (2022). *Saccharomyces cerevisiae* as a replacement alternative to growth-promoting antibiotics in animal feed. 62–69. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/>
- Czerucka, D., Piche, T., & Rampal, P. (2007). Review article: Yeast as probiotics - *Saccharomyces boulardii*. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 26(6), 767–778. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2007.03442.x>
- Dayenoff, P., Macario, J., Pizarro, J., Dri, P., & Ducoing, A. (2019). Carcass performance and quality of old Creole goats, according to slaughter time. *Ciencia Veterinaria*, 21(2), 55–66. <https://doi.org/10.19137/cienvet-201921204>
- Do Carmo, M. R. S., Rocha, R. S., Guimarães, J. T., Pimentel, T. C., Balthazar, C. F., Esmerino, E. A., & Cruz, A. G. (2022). Probióticos de nueva generación: Beneficios y aplicaciones en alimentos. *Alimentos: Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*, 3(4).
- FAOSTAT. (2023, November 8). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Carcelén, C., San Martín, H., Ara, G., Bezada, S., Asencios, M., Jimenez, A., Santillán, A., Perales, C., & Guevara, V. (2020). Effect of the inclusion of different levels of probiotic on the productive parameters and intestinal morphology in fattening guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(3). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31I3.18735>
- Francys, C., Wilmer, B., & Saucedo, J. (2018). Efecto de suplementación con probiótico (*lactobacillus*) en dietas de alfalfa y concentrado sobre parámetros productivos de cuyes mejorados en crecimiento y engorde. *Revista Científica UNTRM Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(2), 39–44.
- Freire de Figueiredo, L., Torres de Souza, R., Santos, M. F., Costa, G., Hans da Silva, D., Gracileide de Alencar, M., Ramos, T., Figueirêdo, A., Silva, G., & Ávila, M. (2020). Effect of sex on carcass yield and meat quality of guinea pig. *Journal of*

*Food Science and Technology*, 57(8), 3024–3030. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04335-3>

- Galeano Díaz, J. P. (2020). Comportamiento productivo, características de la canal y calidad de carne de conejos alimentados con dietas adicionadas con pasta de aguacate de desecho [Tesis para obtener el grado de maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/109200>
- Gamez, J., Rentería, A., Durán, L., Chávez, A., Alarcón, A., Aguilar Palma, N., & Silva Vázquez, R. (2015). Efecto del aceite esencial de orégano en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de pollo. *Investigación y Ciencia*, 23, 5–11. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67446014001>
- González, R. (2007). Influencia de factores ambientales sobre los niveles de indicadores de sacrificio y pos-sacrificio en categorías de toros de Camagüey. [Tesis de maestría. Universidad de Camagüey. Cuba].
- Grela, E. R., Świątkiewicz, M., Florek, M., Bąkowski, M., & Skiba, G. (2021). Effect of inulin source and a probiotic supplement in pig diets on carcass traits, meat quality and fatty acid composition in finishing pigs. *Animals*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/ani11082438>
- Gutiérrez-Grijalva, P., & Lopez-Martinez, L. X. (2017). Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. <https://www.researchgate.net/publication/316671322>
- Guevara, J., Carcelén, F., & García, T. D. (2021). Productive behavior of growing guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) supplemented with natural prebiotics and probiotics. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 22(3). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num3\\_art:1920](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num3_art:1920)
- Gutiérrez, L., & Güechá, A. (2016). Uso de probióticos en alimentación animal. *Revista de Sistemas de Producción Agroecológica*, 7(2), 43–55. <https://doi.org/10.22579/22484817.687>
- Gutiérrez, D., Enríquez, A., Tuero, O., & Fraga, L. M. (2010). Influencia de la edad en la conformación y peso de los componentes en la canal de cabritos lactantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(2), 135–139.
- Hamm, R. (1986). Postmortem breakdown of ATP and glycogen in ground muscle: A review.
- Harrington, G., Kempster, A. (1989). Mejorar la composición de la canal de cordero para satisfacer la demanda del consumidor moderno. Instituto de Investigaciones Agrícolas y la Sociedad Agrícola. Islandia. pp. 79-90.
- Hernández, C. (2015). Efecto del sexo y edad de sacrificio sobre los quintos cuartos y la calidad de la canal de cuy [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo].
- Imbabi, T., Sabeq, I., Osman, A., Mahmoud, K., Amer, S. A., Hassan, A. M., Kostomakhin, N., Habashy, W., & Easa, A. A. (2021). Impact of fennel essential oil as an antibiotic alternative in rabbit diet on antioxidant enzymes levels, growth performance, and meat quality. *Antioxidants*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/antiox10111797>

- Jaimes-Dueñez, J., Ramírez-Villamizar, L., Barragán-Díaz, C., Cárdenas, E., & Niño-Bayona, J. V. (2022). Review: Antibiotic residues in meat, a public health problem in Colombia. *Spei Domus*, 18(1), 1–26. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2022.01.06>
- Kafkas, E., Bülent, B., Vecihi, A., Enes, D., Musa, K., Sema, T., Mehmet, G., (2021). Response of Probiotics and Yeast Added in Different Doses to Rations of Anatolian Merino Lambs on Fattening Performance, Meat Quality, Duodenum and Rumen Histology. *Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. (2020). 27(1), 57–65. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2020.24747>
- Krumbeck, J. A., Walter, J., & Hutzins, R. W. (2018). Synbiotics for improved human health: Recent developments, challenges, and opportunities. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9, 451–479. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030117>
- Liu, C., Hou, Y., Su, R., Luo, Y., Dou, L., Yang, Z., Yao, D., Wang, B., Zhao, L., Su, L., & Jin, Y. (2022). Effect of dietary probiotics supplementation on meat quality, volatile flavor compounds, muscle fiber characteristics, and antioxidant capacity in lambs. *Food Science and Nutrition*, 10(8), 2646–2658. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2869>
- López, R., Becerra, M., Balaguera, H., Chaparro, S., & Borrás, L. (2021). Isolation, identification and evaluation of yeasts with probiotic potential in vitro from Paipa cheese whey. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 22(2). [https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL22\\_NUM2\\_ART:1833](https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL22_NUM2_ART:1833)
- López y Casp. (2004). *Tecnología de mataderos*. España.
- Lucas, J. R., Balcázar, J., Tirado, C., & Rodríguez, P. (2018). El pH de la carne de cobayo (*Cavia porcellus*) para consumo humano en los Andes centrales del Perú. *Revista Veterinaria*, 29(1), 65–67. [www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage)
- Lucas, J. R., Balcázar, L., Tirado, M., & Rodríguez, G. (2018b). El pH de la carne de cobayo (*Cavia porcellus*) para consumo humano en los Andes centrales del Perú. 65–67. [www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage)
- Matarneh, S. K., Silva, S. L., & Gerrard, D. E. (2020). New insights in muscle biology that alter meat quality. *Annual Reviews*, 9(3), 55–77. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419>
- Mohammed, A. A., Zaki, R. S., Negm, E. A., Mahmoud, M. A., & Cheng, H. W. (2021). Effects of dietary supplementation of a probiotic (*Bacillus subtilis*) on bone mass and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 100(3). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.073>
- Montoya, D., Restrepo, J., Ávila de Hernández, R. (2022). Producción técnica de cuyes (*Cavia porcellus*) en Colombia: Avances y perspectivas. 73–75. <https://doi.org/10.15446/rfnam>
- Mota-Rojas, D., Trujillo-Ortega, E., Becerril-Herrera, M., Roldan-Santiago, P., González-Lozano, M., & Guerrero-Legarreta, I. (2012). Efecto del método de sacrificio sobre variables críticas sanguíneas y consecuencias sobre la bioquímica de la carne de cobayo (*Cavia porcellus*). XXII.

- Neethling, N. E., Suman, S. P., Sigge, G. O., Hoffman, L. C., & Hunt, M. C. (2017). Exogenous and endogenous factors influencing color of fresh meat from ungulates. *Meat and Muscle Biology*, 1(1). <https://doi.org/10.22175/mmb2017.06.0032>
- Núñez-Valle, D., Cevallos-Velastegui, LP, Morales de la Nuez, A., Castro, N., Argüello, A., & Sánchez-Macías, D. (2014). Evolución del pH postmortem en cuatro músculos e inicio, estado y resolución del rigor mortis en carcassas de cobayos (*Cavia porcellus*). *J Anim Sci* 92 (2).
- OCDE, & FAO. (2017). Perspectivas agrícolas 2017 - 2016. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO].
- OECD Data. (2023). Meat consumption. OECD. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>
- Olveira, G., & González-Molero, I. (2016). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 63(9), 482–494. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2016.07.006>
- Palacios, D. M. (2017). Efecto del sexo y edad de sacrificio sobre la composición tisular y composición regional de la canal de cuy [Tesis de grado, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo].
- Palmay J. A. (2015). Comparación de un método de despiece comercial y otro con fines de investigación para las canales de cuyo [Tesis de grado, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2015].
- Pardo E. (1996). Compendio de suicultura, la canal de cerdo. Managua, Nicaragua. P. 97.
- Prndl, O. (1994). Tecnología e higiene de la carne. España: Ed. Acribia.
- Plua Panta, K., Murillo, L., & Chacón Marcheco, E. (2016). Employment of *Saccharomyces cerevisiae* in diets for poultry of feeding. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(4). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040416.html>
- Rahmeh, R., Akbar, A., Kishk, M., Al-Onaizi, T., Al-Azmi, A., Al-Shatti, A., Shajan, A., Al-Mutairi, S., & Akbar, B. (2019). Distribution and antimicrobial activity of lactic acid bacteria from raw camel milk. *New Microbes and New Infections*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2019.100560>
- Remache Rivera, R. A. (2016). Progresión de la calidad de la canal, vísceras, PH y color de la carne de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo, 2016].
- Reyes-Silva, F. D., Enríquez-Estrella, M. A., Aguiar-Novillo, S. N., & Uvidia-Cabadiana, H. A. (2021). Análisis del manejo producción y comercialización del cuy *Cavia porcellus* L en Ecuador. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2377>
- Rodríguez Saldaña, D., & Carlos Erazo Álvarez, J. (2019). Quantitative techniques of marketing research applied to meat consumption in Cuenca City millennial generation. *Contenido*. <https://www.researchgate.net/publication/336698807>
- Ruiz, E. (2024). Usos de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la industria cárnica. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo, 2016].

- Saavedra Catillo, D. M. (2023). *Evaluación del efecto de la inclusión de sustrato gastado de Pleurotus ostreatus en la dieta de conejos, sobre la calidad de la canal y de la carne* [Tesis para obtener el grado de maestra en Ciencias de los Alimentos]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Salama, W. A., Refaie, A. M., & El-Shora, A. A. (2019). Performance of growing rabbits fed diets containing fennel seed meal without or with enzyme mixture. *Egyptian Journal of Rabbit Science*, 29(1)
- Sánchez-Macías, D., Barba-Maggi, L., Morales-delaNuez, A., & Palmay-Paredes, J. (2018). Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. *Meat Science*, 143, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.004>
- Sánchez-Macías, D., Castro, N., Rivero, M. A., Argüello, A., & Morales-Delanuez, A. (2016). Proposal for standard methods and procedure for Guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 65–70. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1006234>
- Sánchez-Macías, D., Cevallos-Velastegui, L., Nuñez-Valle, D., & Morales-delaNuez, A. (2019). First report of postmortem pH evolution and rigor mortis in guinea pigs. *Livestock Science*, 229, 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.014>
- Schulte, M. D., Johnson, L. G., Zuber, E. A., Patterson, B. M., Outhouse, A. C., Fedler, C. A., Steadham, E. M., King, D. A., Prusa, K. J., Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2019). Influence of postmortem aging and post-aging freezing on pork loin quality attributes. *Meat and Muscle Biology*, 3(1), 313–323. <https://doi.org/10.22175/mmb2019.05.0015>
- Sharma, S., Parveen, S., & Singh, J. (2023). Exploring the potential of probiotics as biocontrol agent. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 3. Editorial Salud, Ciencia y Tecnología. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023409>
- Simonová, M. P., Chrastinová, L., Chrenková, M., Formelová, Z., Kandričáková, A., Bino, E., & Lauková, A. (2020). Benefits of Enterocin M and Sage Combination on the Physico-chemical Traits, Fatty Acid, Amino Acid, and Mineral Content of Rabbit Meat. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12(3), 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09627-5>
- Sousa, F., Lorenzo, J., Iglesias, A., Cantalapiedra, J., & Franco, D. (2016). Características de la canal de terneros de la Denominación de Origen Protegida Mirandesa Carcass characteristic of calves from Protected Designation of Origin Mirandesa breed *Información*, 250–258.
- Stazionati, M. F., Nerea, M. V., & Keilty, H. E. (2021). Efecto de la raza sobre la calidad de la canal y de la carne en corderos Pampinta y su cruce con Hampshire Down. *Ciencia Veterinaria*, 23(2), 81–94. <https://doi.org/10.19137/cienvet202123206>
- Swanson, K., Gibson, G., Hutkins, R., Reimer, R., Reid, G., Verbeke, K., Scott, K., Holscher, H., Azad, M., Delzenne, N., & Sanders, M. (2020). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 17(11), 687–701. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-0344-2>

- Taboada, N., Fernández, M., Córdoba, A., González, S., López, S., & Van Nieuwenhove, C. P. (2022). Administration of Selected Probiotic Mixture Improves Body Weight Gain and Meat Fatty Acid Composition of Creole Goats. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4050358>
- Tandzong, C., Mboueng, P., Womeni, H., & Ngouopo, N. (2015). Efecto del nivel de hojas de yuca (*Manihot esculenta*) en la harina de conejillos de indias (*Cavia porcellus*) sobre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de su carne. *Food and Nutrition Sciences*, 6(15), 1408–1421. <https://doi.org/10.4236/fns.2015.615146>
- Tang, X., Liu, X., & Liu, H. (2021). Effects of Dietary Probiotic (*Bacillus subtilis*) Supplementation on Carcass Traits, Meat Quality, Amino Acid, and Fatty Acid Profile of Broiler Chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.767802>
- Tekce, E., Bayraktar, B., Aksakal, V., Dertli, E., Kamiloglu, A., Karaalp, M., Timurkaan, S., & Gülb, M. (2021). Response of probiotics and yeast added in different doses to rations of anatolian merino lambs on fattening performance, meat quality, duodenum and rumen histology[1]. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 27(1), 57–65. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2020.24747>
- Tenelema, M. (2016). Influencia del manejo de la alimentación y del sexo sobre la calidad de la canal del *Cavia porcellus* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Torres, C., Carcelén, F., Ara, M., San Martín, F., Jiménez, R., Quevedo, W., & Rodríguez, J. (2013). Efecto de la suplementación de una cepa probiótica sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*, 24(4), 433–440.
- Trout, G. R. (1988). Techniques for measuring water-binding capacity in muscle foods: A review of methodology. *Meat Science*, 23, 123–140.
- Valdizán, C. G., Carcelén, F. C., Ara, M. G., Bezada, S. Q., Jiménez, R. A., Asencios, A. M., & Guevara, J. V. (2019). Effect of dietary probiotic, prebiotic and their combination on the productive performance of Guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 590–597. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16071>
- Velichkova, K., & Sirakov, I. (2019). The effect of diet supplemented with *Lemna minuta* Kunth extract on technological parameters, blood parameters and meat quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) cultivated in aquaponic recirculation system. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 27, 22–27. <https://www.researchgate.net/publication/336650284>
- Wang, M., & Zhao, R. (2023). A review on nutritional advantages of edible mushrooms and its industrialization development situation in protein meat analogues. *Journal of Future Foods*, 3(1), 1–7. *Beijing Academy of Food Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.09.001>
- Xu, L., He, J., Duan, M., Chang, Y., Gu, T., Tian, Y., Cai, Z., Jiang, C., Zeng, T., & Lu, L. (2023). Effects of lactic acid bacteria-derived fermented feed on the taste and

quality of duck meat. *Food Research International*, 174, 113679.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113679>

Yeboah, P., Nii, F., Odoi, A., Teye, M., & Yangtul, T. (2020). Assessment of growth and carcass parameters of guinea fowls (*Numida meleagris*) fed diets with Re3TM probiotics. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 44(2).  
<https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v44-2.1>

## **ANEXOS**

## 6.1 Bitácoras utilizadas para la recolección de datos.

**Tabla 14.**

Diseño de bitácora para la recolección de datos de hemicanal y piezas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Responsable	
Fecha	
Análisis	

**Tabla 15.**

### Diseño de bitácora para la recolección de datos de composición tisular.

Diseno de cuestionario para la recolección de datos de composición dietaria.	
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>	
<b>Responsable</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Análisis</b>	

**Tabla 16.**

## Diseño de la bitácora para la recolección de datos de CRA.

Diseño de la báscula para la recolección de datos de CRA.	
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>	
<b>Responsable</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Análisis</b>	

**Tabla 17.**

### Diseño de la bitácora para recolección de datos de color.

Diseño de la batería para recolección de datos de color.	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
Responsable	
Fecha	
Análisis	

Tratamiento	a*	b*	L*	C*	h

## 6.2 Coloración utilizando el programa Color Analysis.

**Tabla 18.**

Coloración de la carne de cuy en los diferentes tratamientos.

ÍTEM	COLORACIÓN
C	
B	
Kf	
B+Kf	

**Figura 6.**

Separación de hemicanal izquierda.



**Figura 7.**

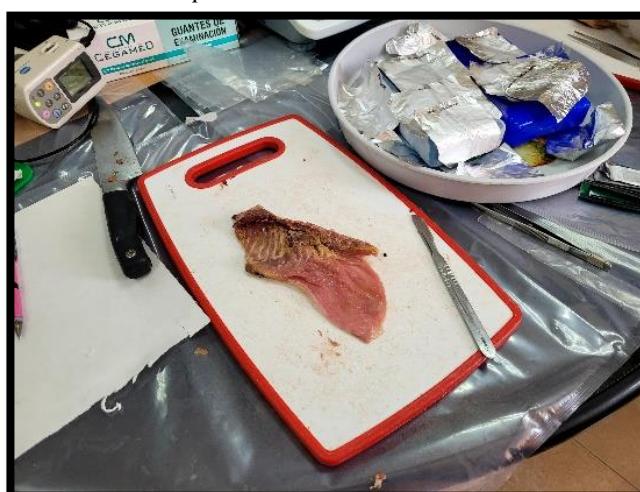
Despiece de la hemicanal.



**Figura 8.**  
Disección de la pierna.



**Figura 9.**  
*Rectus abdominis* para toma de color.



**Figura 10.**  
Disección del costillar.



**Figura 11.**

Separación de todos los tejidos productos de la disección.



**Figura 12.**

Prueba de CRA

