



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

**Evaluación del efecto de harina de cáscara de tuna (*Opuntia ficus-indica*) sobre el
rendimiento productivo y calidad de carne del cuy**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autoras

Danila Sheyla Cerna Ramirez

Viviana Valeriana Ortiz Chavez

Asesora

M(o) Gladys Vega Ventocilla

Huacho - Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Viviana Valeriana Ortiz Chavez	71350579	27/11/23
Danila Sheyla Cerna Ramirez	70612740	27/11/23
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Gladys Vega Ventocilla	23014434	0000-0002-5009-2607
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS Y	DNI	CÓDIGO ORCID
Jaime Fernando Vega Vilca	07077044	0000-0003-3037-3142
Felix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	0000-0001-7484-0449
Pedro Martin Rios Salazar	15591709	0000-0002-4748-5557

Evaluación del efecto de harina de cáscara de tuna (Opuntia ficus-indica) sobre el rendimiento productivo y calidad de carne del cuy

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

16%

7%

8%

INDICE DE SIMILITUD FUENTES DE INTERNET PUBLICACIONES

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet 1%

2 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante <1%

3 repositorio.umsa.bo Fuente de Internet <1%

4 pdffox.com Fuente de Internet <1%

5 www.scielo.org.pe Fuente de Internet <1%

6 rsdjournal.org Fuente de Internet <1%

7 prezi.com Fuente de Internet <1%

8 repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet <1%

9 www.redalyc.org Fuente de Internet <1%

10 www.coursehero.com Fuente de Internet <1%

11 www.scielo.br Fuente de Internet <1%

12 repositorio.ufpso.edu.co:8080 Fuente de Internet <1%



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

**Evaluación del efecto de harina de cáscara de tuna (*Opuntia ficus-indica*) sobre el
rendimiento productivo y calidad de carne del cuy**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autoras

Danila Sheyla Cerna Ramirez

Viviana Valeriana Ortiz Chavez

Asesora

M(o) Gladys Vega Ventocilla

Huacho -Perú

2024



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

**Evaluación del efecto de harina de cáscara de tuna (*Opuntia ficus-indica*) sobre el
rendimiento productivo y calidad de carne del cuy**

Danila Sheyla Cerna Ramirez

Tesista

Viviana Valeriana Ortiz Chavez

Tesista

M(o). Gladys Vega Ventocilla

Asesora

Huacho – Perú

2024

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la vida, fortalecer mi corazón y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi compañía y soporte.

A mis padres Pedro Cerna Ortiz y Gloria Ramírez Córdova, por todo su apoyo, comprensión en cada etapa de mi vida y por ese amor tan grande que me permitieron cumplir con una de mis metas. A mis hermanos Pedro y Eduardo por motivarme a seguir adelante en todos los momentos de mi vida. De igual forma a todos mis familiares que estuvieron a mi lado, y a mis dos ángeles en el cielo que me dan las fuerzas de seguir adelante.

Danila Sheyla, Cerna Ramirez

Esta tesis va dedicada a toda mi familia, especialmente a mis padres Dionisia Chávez y Porfirio Ortiz, por su apoyo incondicional y siempre estar en esos momentos buenos y malos. Por enseñarme a nunca rendirme, y siempre a luchar por mis metas y sueños.

Para mi hermana Cintia Ortiz, que siempre confió en mí, apostó por mis sueños, por saber en cuales momentos ser mi guía y en cuales dar un paso a un lado y permitirme descubrir por mi cuenta mis errores.

Para mi persona especial Ángel Melendrez, que me acompaña en cada aventura, que siempre me motiva y camina al lado mío.

Viviana Valeriana, Ortiz Chavez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por acompañarnos en este largo y arduo camino, brindándonos salud y fuerzas para culminar este gran paso en nuestras vidas.

También agradecer a nuestra asesora M(o).Vega Ventocilla, Gladys, por su dedicación y esfuerzo durante el desarrollo del proyecto, por sus sabios consejos, su apoyo incondicional, su persistencia, su motivación ha sido muy fundamental para nuestra formación como investigador y culminar satisfactoriamente nuestro proyecto.

De igual manera al docente investigador Macavilca Ticlayauri, Edwin Antonio, por su arduo trabajo en el laboratorio, por su infinita paciencia, por su gran interés en esta investigación, generosidad de compartir y enseñarnos sus sabios conocimientos para lograr nuestros objetivos de nuestra investigación.

De la misma forma a Fernando Eder Carreño Díaz, por la orientación, el seguimiento y supervisión continua en la ejecución de nuestro proyecto, por brindarnos su tiempo ante cualquier duda que tuvimos.

Asimismo, un gran agradecimiento al Luis Ángel Díaz Vidal y a la empresa RyD SAC por brindarnos el apoyo y espacio brindado en su granja para ejecutar nuestra investigación

Finalmente, un agradecimiento de todo corazón a todas las personas que nos acompañaron durante este largo y arduo experiencia para poder culminar satisfactoriamente nuestro proyecto.

Mil gracias a todos!

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad Problematica	1
1.2 Formulación del problema	1
1.2.1. Problema general	1
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	2
1.5 Delimitación del estudio	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.2 Bases teóricas	11
2.2.1. Aspectos de la tuna	11
2.2.1.1. La tuna	10
2.2.1.2. Variedades	12
2.2.1.3. Descripción morfológica de la tuna	12
2.2.1.4. Composición nutricional de la cáscara de tuna	12
2.2.1.5. Compuestos bioactivos	14
2.2.2. Aspectos generales del cuy	15
2.2.2.1. El cuy	15
2.2.2.2. Requerimientos del cuy	15
2.2.2.3. Alimentación del cuy	16
2.2.2.4. Parámetros productivos del cuy	16
2.2.2.5. Propiedades nutricionales de la carne del cuy	17
2.2.3. Calidad de la carne	17
2.2.3.1. Composición proximal de la carne	18
2.2.3.2. Análisis sensoriales	20
2.2.3.3. Antioxidante y polifenoles	21
2.3 Definiciones de términos básicos	24
2.4 Hipótesis de la investigación	25
2.4.1. Hipótesis general	25
2.4.2. Hipótesis específicas	25
2.4.3. Operacionalidad de variables	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	26

3.1	Gestión del experimento	26
3.1.1.	Ubicación	26
3.1.2.	Características del área experimental	26
3.1.3.	Tratamientos	26
3.1.4.	Diseño experimental	27
3.1.5.	Variables a evaluar	27
3.1.6.	Conducción del experimento	28
3.2	Técnicas para el procesamiento de la información	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		35
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		43
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		47
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición nutricional de la cascara de tuna.</i>	13
Tabla 2. <i>Requerimientos nutritivos del cuy en las etapas de gestación, lactancia</i>	16
Tabla 3. <i>Composición química de la carne de cuy Raza Perú</i>	18
Tabla 4. <i>Operacionalización de variables</i>	25
Tabla 5. <i>Estructura de tratamientos de evaluación</i>	27
Tabla 6. <i>Composición proximal y antioxidantes de la harina de cascara de tuna</i>	29
Tabla 7. <i>Formulación de la ración según tratamientos</i>	30
Tabla 8. <i>Composición nutricional del alimento en balanceado según tratamiento</i>	31
Tabla 9. <i>Efecto de la cáscara de tuna en el rendimiento productivo del cuy</i>	35
Tabla 10. <i>Efecto de la cáscara de tuna en las características de la carcasa del cuy</i>	35
Tabla 11. <i>Análisis costo/beneficio de cuyes alimentados con harina de cascara de tuna</i>	36
Tabla 12. <i>Costo unitario de cuyes alimentados con harina de cascara de tuna</i>	37
Tabla 13. <i>Características sensoriales evaluados en la carne de cuy - ANOVA de un factor (Fisher)</i>	37
Tabla 14. <i>Composición química de la carne de cuyes alimentados con harina de cáscara de tuna</i>	39
Tabla 15. <i>pH y color de la carne de cuyes (base húmeda) alimentados con harina de cáscara de tuna.</i>	39
Tabla 16. <i>Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante (base húmeda) en la carne de los cuyes alimentados con harina de cascara de tuna (n=4/tratamiento)</i>	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de los betalainas.....	22
Figura 2. Croquis experimental.....	26
Figura 3. Resultado de la evaluación sensorial de la carne de cuy alimentados con dietas donde incluye harina de cascara de tuna.....	38
Figura 4. Resultado del contenido de polifenoles totales en la determinación de la actividad antioxidante en la carne y hígado.	41
Figura 5. Resultado del método DPPH-Q en la determinación de la actividad antioxidante en la carne y hígado.....	41
Figura 6. Resultado del método de FRAP-Q en la determinación de la actividad antioxidante en la carne y hígado.	42

RESUMEN

Objetivos: Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre el rendimiento productivo y en la calidad de la carne del cuy. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo en la Granja de cuyes RyD en el Departamento de Lima, Provincia de Huaura, Distrito de Vegueta. Se evaluaron cuatro tratamientos: T₀: control, T₁: 5% de harina de cáscara de tuna, T₂: 10% de harina de cáscara de tuna, T₃: 15% de harina de cáscara de tuna. Se utilizaron 96 cuyes, distribuidos al azar en cuatro grupos, asignando a cada grupo un tratamiento con cuatro replicaciones con 6 cuyes cada uno, la duración de la investigación fue de 8 semanas. Las variables evaluadas fueron ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, costo/beneficio, características sensoriales, composición química de la carne de cuy, capacidad antioxidante y polifenoles totales. Para el análisis de datos se utilizó el diseño de bloques completos al azar y la prueba de Tukey para la comparación de medias. **Resultados:** Los resultados mostrados en ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$). En cuanto a costo/beneficio el nivel 5% presenta mejor costo/beneficio con S/ 1,08. En la calidad de carne las características sensoriales presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) con una mejor percepción en el nivel 15%. En cuanto a la composición química de la carne valores mayores fueron para humedad con el nivel 10% con 68,63%, proteína nivel 5% con 25,23% y extracto etéreo el nivel 10% con 5,75%. Con respecto a los parámetros colorimétricos y el pH de la carne e hígado del cuy no existe diferencias significativas. La capacidad antioxidante según el método DPPH-Q y FRAP-Q existen diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para la carne y en el hígado. En cuanto a los polifenoles existe diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para la carne como el hígado. **Conclusiones:** La dieta suplementada con harina de cascara de tuna no mejoró en el rendimiento productivo (ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa), pero si mejoro en la calidad de carne en cuanto a las características sensoriales, en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante tanto en la carne como en el hígado.

Palabras claves: Cascara de tuna, rendimiento productivo, calidad de carne, capacidad antioxidante y polifenoles.

ABSTRACT

Objectives: Evaluate the effect of prickly pear shell flour on the productive performance and quality of guinea pig meat. **Methodology:** The research was carried out at the RyD guinea pig farm in the Department of Lima, Huaura Province, Vegueta District. Four treatments were evaluated: T0: control, T1: 5% prickly pear shell meal, T2: 10% prickly pear shell meal, T3: 15% prickly pear shell meal. 96 guinea pigs were used, randomly distributed into four groups, assigning each group a treatment with four replications with 6 guinea pigs each, the duration of the investigation was 8 weeks. The variables evaluated were weight gain, feed conversion, carcass yield, cost/benefit, sensory characteristics, chemical composition of guinea pig meat, antioxidant capacity, and total polyphenols. For data analysis, the randomized complete block design and Tukey's test for the comparison of means were used. **Results:** The results shown in weight gain, feed conversion and carcass yield did not present significant differences ($p>0.05$). Regarding cost/benefit, the 5% level presents the best cost/benefit with S/ 1.08. In the quality of meat, the sensory characteristics present significant differences ($p<0.05$) with a better perception at the 15% level. Regarding the chemical composition of the meat, the highest values were for humidity with the 10% level with 68.63%, protein level 5% with 25.23% and ethereal extract the level 10% with 5.75%. Regarding the colorimetric parameters and the pH of the meat and liver of the guinea pig, there are no significant differences. The antioxidant capacity according to the DPPH-Q and FRAP-Q method there are significant differences ($p<0.05$) for both meat and liver. Regarding polyphenols, there are significant differences ($p<0.05$) for both meat and liver. **Conclusions:** The diet supplemented with prickly pear shell meal did not improve productive performance (weight gain, feed conversion and carcass yield), but it did improve meat quality in terms of sensory characteristics, polyphenol content. and antioxidant capacity in both meat and liver.

Key words: prickly pear peel, productive yield, meat quality, antioxidant capacity and polyphenols.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El Perú es el mayor exportador de carne de cuy, con una participación del 71.3% en el mercado exterior. Siendo un alimento de excelente calidad y sabor por contener alto nivel proteico y bajo en grasas, además de contener aminoácidos y ácidos esenciales requeridos en la nutrición del hombre (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

Sin embargo, el rubro de alimentación en la producción del cuy representa más 65% de los costos totales, por lo que al reducir el costo de alimentación hará más eficiente la rentabilidad (Ataucusi, 2015).

La alimentación en cuyes es variada en cada etapa fisiológica requieren diferentes nutrientes, y para brindar al animal una alimentación que cumpla con todos sus requerimientos no solo se puede lograr con forraje, siendo necesario el uso de alimentos balanceados que influyen en el costo de producción, por lo que una forma para reducirlo es con el uso de subproductos de bajo costo y calidad nutricional.

En búsqueda de nuevos alimentos que mejoren los rendimientos productivos del cuy encontramos la tuna que en distintas investigaciones mayormente se han usado cladodio de tuna, siendo la cáscara de tuna generalmente desechadas.

La cáscara de tuna tiene un alto contenido de fibra y compuestos antioxidantes naturales como la vitamina E y la vitamina C (Sumaya et al., 2010).

En el Perú, se producen anualmente 88,037 toneladas de tuna, generando residuos de cáscaras en un 35 % (Instituto Tecnológico de la producción, 2019).

Por lo que con los beneficios que tiene la cáscara de tuna se busca mejorar la calidad de la carne, los parámetros productivos del cuy reduciendo los costos de producción.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre el rendimiento productivo y calidad de la carne del cuy?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la ganancia de peso?
- ¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la conversión alimenticia?
- ¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre el rendimiento de carcasa?
- ¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre el costo/beneficio?
- ¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre las características sensoriales de la carne de cuy?
- ¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la composición química de la carne de cuy?
- ¿Cuál es el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la capacidad antioxidante y polifenoles de la carne de cuy?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre el rendimiento productivo y en la calidad de la carne del cuy.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la ganancia de peso.
- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la conversión alimenticia
- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre el rendimiento de carcasa
- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre el costo/beneficio
- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre las características sensoriales de la carne de cuy.
- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la composición química de la carne de cuy.
- Evaluar el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la capacidad antioxidante y polifenoles de la carne de cuy.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica desde el punto de vista teórico, que los resultados constituirán un aporte al conocimiento científico con respecto a la influencia de la harina de la cáscara de tuna en los parámetros productivos, ya que hasta el momento no hay estudios sobre el efecto de la cáscara de la tuna en la alimentación de cuyes, ni en otras especies.

Desde el punto de vista práctico se dispondrá de un insumo no tradicional alternativo en la ración que constituya los bajos costos y de calidad nutricional, permitiendo evaluar la respuesta de los animales, por lo que se recolectó datos de campo como ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, rendimiento de carcasa, el costo/beneficio y finalmente la calidad de la carne.

En cuanto a la justificación metodológica, se aplicaron métodos, técnicas y fórmulas que permitieron recolectar y evaluar correctamente los datos de campo y cuyos resultados serán utilizados para recomendar.

Esta investigación beneficiará a pequeños y medianos productores de cuyes, quienes se verán beneficiados al usar un insumo no tradicional alternativo que permitirá reducir sus costos de alimentación ofreciendo al mercado un cuy de buen peso y calidad de carne.

1.5 Delimitación del estudio

La investigación se realizó en los meses de enero y febrero durante 8 semanas, en una granja de cuyes RyD ubicada en el Distrito de Vegueta, Provincia de Huaura, Departamento de Lima. Los datos fueron recolectados de los animales de cada tratamiento y se evaluó el efecto de la harina de cáscara de tuna sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y la calidad de la carne del cuy.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Larrea (2022) en Ecuador evaluó el rendimiento del canal, medidas de conformación de la canal y las características químicas de la carne de cuyes que recibieron dietas a base de forrajes arbustivos. Se prepararon tres dietas: T1 la dieta (40% de alfalfa), para T2 (40% de chilca) y para T3 (40% de eneldo). Se registraron peso vivo en la granja, peso al sacrificio, el peso de la canal caliente y fría con el fin de obtener los rendimientos a la canal. En conclusión, la alimentación de cuyes nativos con dietas concentradas a base de chilca y eneldo evidenciaron los rendimientos a la canal expresando porcentajes de 52,53% y 54,27% respectivamente; además, no hay una diferencia significativa en el rendimiento a la canal en comparación con el T1 a base de alfalfa que presentó un rendimiento a la canal de 54,69%. En el caso de medidas lineales y de conformación de la canal se caracterizó las mismas; sin embargo, no presentaron diferencias significativas entre dietas excepto en el caso de índice de compacidad, para lo que la alfalfa reporto 35,9 g/cm en comparación para chilca (25,35 g/cm) y eneldo (29,18 g/cm) respectivamente. Para finalizar con respecto a las características químicas de la carne para la proteína no existen diferencias significativas entre tratamientos, pero numéricamente el tratamiento T1 a base de alfalfa tiene el mejor resultado en proteína (20,4%). En el caso de grasa de la carne se evidenciaron diferencias significativas estadísticamente para los tratamientos siendo la carne del tratamiento base de eneldo que obtuvo un mayor porcentaje de grasa (12.36).

Alirezalu et al. (2022) en Irán evaluaron los efectos del alginato de calcio (CA) que contiene la fragancia artemisia aceites esenciales (AFEO) como un potencial recubrimiento antioxidante y antimicrobiano sobre los atributos de calidad y la vida útil de la carne de pollo durante el período de conservación (4 °C). Se produjeron cinco tratamientos de la siguiente manera: T1 (agua destilada como control), T2 (2% CA), T3 (2% CA +500 ppm AFEO), T4 (2% CA +1000 ppm AFEO) y T5 (2% CA +1500 ppm AFEO). No hubo diferencia notable en la composición próxima (humedad, cenizas, proteína y grasa) de muestras de carne mediante el tratamiento con CA o AFEO. Los resultados revelaron que el recubrimiento de CA+AFEO redujo significativamente el pH, el nitrógeno base volátil total (TVB-N) y sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) y también mostraron mayores contenidos de contenido

fenólico total (TPC) y valor de enrojecimiento en comparación con el control. El TPC de las carnes de pollo recubiertas con CA + AFEO fue significativamente ($p < 0,05$) (117,32–130,47 mg GA (equivalente de ácido gálico)/100 g MS (materia seca)) más alto que el de las muestras de control (110,28 mg GA/100 g MS).

Tavares et al. (2022) en Brasil investigaron el valor nutricional del subproducto de acerola (ABP) y los efectos del suministro dietético de este subproducto sobre el rendimiento, las características de la carne, los parámetros bioquímicos, el estado antioxidante y la calidad de la carne de conejos en crecimiento. En el experimento de rendimiento, se asignaron 120 conejos (60 machos y 60 hembras) en un estudio de diseño factorial 5×2 , con cinco niveles de inclusión de subproducto de acerola (0, 80, 160, 240 y 320 g/kg) y 2 géneros. En el análisis de regresión, la inclusión de subproducto de acerola tuvo un efecto cuadrático sobre el peso final, el consumo diario de alimento, el peso de la canal, la grasa escapular y el puntaje general, con los mejores niveles estimados en 158, 265, 220, 249 y 270 g/kg, respectivamente ($p < 0,05$). Subproducto de acerola promovió un incremento lineal en la conversión alimenticia, grasa visceral, compuestos fenólicos en carne de conejo, potencial antioxidante y actividad antioxidante total ($P < 0,05$). Los conejos machos tenían un potencial antioxidante y una actividad antioxidante total más bajos que los conejos hembras ($P < 0,05$). El subproducto de acerola mejora el peso final, la ingesta diaria de alimento, las características de la canal, la calidad de la carne y el estado antioxidante de los conejos en crecimiento. Los conejos hembra tienen un mejor estado antioxidante que los machos.

Ferreira et al. (2021) en Brasil realizaron un estudio para determinar el valor nutricional de la semilla de maracuyá y los efectos del suministro dietético de este alimento sobre el rendimiento, las características de la carne, los parámetros bioquímicos y la viabilidad económica de los conejos en crecimiento. En el experimento de rendimiento, se asignaron 100 conejos (50 machos y 50 hembras), con cinco niveles de inclusión de semilla de maracuyá (0, 40, 80, 120 y 160 g/kg) y 2 géneros. La inclusión de la semilla de maracuyá tuvo un efecto cuadrático sobre la ganancia de peso corporal, el peso final y el peso de la canal de conejos en crecimiento, con los mejores niveles estimados en 88,7, 78,5, 80,0 g/kg, respectivamente ($P < 0,05$). El suministro dietético de semilla de maracuyá resultó en una transferencia eficiente de compuestos antioxidantes en la carne de conejo ($P < 0,05$). El suministro de semilla de maracuyá en las dietas de conejos aumentó linealmente el índice de eficiencia económica y redujo el índice de costo y el costo promedio de alimento por

kilogramo de peso corporal ($P < 0.05$). Los conejos machos tuvieron valores más altos ($P < 0.05$) de ganancia de peso corporal y índice de eficiencia económica, y valores más bajos de índice de costo que las hembras ($P < 0.05$). La inclusión dietética de la semilla de maracuyá afecta positivamente el rendimiento, las características de la canal, la calidad de la carne, y estado antioxidante de conejos en crecimiento, y es económicamente factible hasta 160 g/kg. Los conejos machos tienen mejor comportamiento y variables económicas que las hembras. Se observó un efecto lineal de los niveles de semillas de maracuyá ($P < 0,05$) sobre L^* , a^* y b^* .

Araújo et al. (2021) en Brasil evaluaron el efecto de extracto etanólico de semillas de mango como fuente de antioxidantes en dietas para cerdos en crecimiento y finalización sobre la calidad de la carne, la estabilidad lipídica, los grupos sulfhidrilos no proteicos, compuestos fenólicos totales, potencial antioxidante total y actividad antioxidante de la carne después de 1 y 7 días de almacenamiento en refrigeración. Los tratamientos consistieron en: T0 control = sin antioxidante en la dieta; T1 hidroxitolueno butilado = dieta con 200 ppm de hidroxitolueno butilado; T2 extracto etanólico de semillas de mango 200 = dieta con 200 ppm de extracto etanólico de semillas de mango; T3 extracto etanólico de semillas de mango 400 = dieta con 400 ppm de extracto etanólico de semillas de mango. La carne de animales alimentados con la dieta extracto etanólico de semillas de mango 400 mostró una menor pérdida por cocción ($P < 0,0001$) y una mayor cantidad de grupos sulfhidrilo no proteicos, compuestos fenólicos y actividad antioxidante total a los 1 y 7 días de almacenamiento ($P < 0.0001$) en comparación con los otros tratamientos. Se observó una mayor capacidad antioxidante a 1 día de almacenamiento en la carne de los animales que consumieron extracto etanólico de semillas de mango independientemente de la concentración en comparación con el grupo control ($P < 0,01$). Se concluye que la alimentación de cerdos en crecimiento-finalización con una dieta enriquecida con 400 ppm de extracto etanólico de semillas de mango se asoció con el aumento de los niveles de compuestos fenólicos y grupos sulfhidrilos no proteicos, la capacidad antioxidante y la actividad antioxidante total del músculo del lomo y la disminución de las pérdidas por cocción de la carne.

Caiza (2020) en Ecuador investigó los bloques nutricionales con niveles de inclusión (0%, 7%, 9%, 11% y 15%) de harina de hojas de la tuna en la alimentación de cuyes en la etapa de engorde, con el objetivo de determinar los parámetros productivos y costo beneficio. Concluyendo que los tratamientos en cuanto a ganancia de peso el mejor resultado fue T4 de

15% siendo también el tratamiento con mayor consumo de alimento, asimismo la conversión alimenticia el T1 de 7% fue el más eficiente. Respecto al costo beneficio el T2 y T4 tuvieron mayor utilidad.

Gómez (2020) en Ecuador estudió bloques nutricionales con adición de subproductos T1 Bloque nutricional harina de alfalfa, T2 Bloque nutricional harina de tuna, T3 Bloque nutricional deshechos de mercado, en cuyes criollos en la fase de crecimiento engorde, con el objetivo de evaluar los parámetros productivos y la rentabilidad económica. El autor concluye que la variable consumo de alimento fue mayor para T1 además presentó el mayor incremento de peso, el índice de mejor conversión alimenticia fue T3 y la mejor rentabilidad la obtuvo el T1.

Suarez (2020) en Ecuador evaluó la utilización de tres niveles (2, 4 y 6%) de harina de hoja de tuna (*Opuntia spp*) en la alimentación de los pollos de engorde en las fases de crecimiento y acabado en el CEASA. Se utilizó 100 pollos broiler de la línea ross 308 de un día de edad y se continuó hasta los 49 días de edad. Los tratamientos dietéticos; T0 (Tratamiento testigo – dieta base), T1 (Dieta base + 2% de adición de harina de hoja de tuna), T2 (Dieta base + 4% de adición de harina de hoja de tuna) y T3 (6% de adición de harina de hoja de tuna). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con cinco repeticiones por cada tratamiento, de manera aleatoria y homogénea en las unidades experimentales. Se efectuó el análisis de varianza con pruebas de significancia de bonferroni al 5% para diferenciarlos entre tratamientos. Se obtuvieron los siguientes resultados con una mayor ganancia de peso, en la etapa de crecimiento en el T1, y en la etapa de engorde en el T0; con respecto al consumo de alimento se concluye que el mayor consumo obtenido es para el T1 y en menor consumo es la del T0. En cuanto al rendimiento a la canal se vieron reflejados en el T1 se obtiene un rendimiento del 72,79 %.

Menchetti et al. (2020) en Italia investigaron sobre el efecto de diferentes concentraciones dietéticas de bayas de goji sobre la calidad de la carne de conejo. Al destete, 60 conejos machos de Nueva Zelanda fueron asignados a tres grupos y alimentados con una T1=dieta estándar comercial, T2=dieta estándar comercial suplementada con 1%, T3=3% de bayas de goji hasta el sacrificio. La suplementación no afectó el color, la capacidad de retención de agua y la ternura, pero los análisis de regresión mostraron relaciones lineales entre el pH ($P<0,05$), las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS, $P<0,001$), la capacidad de

absorción de radicales de oxígeno (ORAC, $P < 0,001$), índice redox (RI; $P < 0,001$) y contenido fenólico ($P < 0,001$) de Longissimus músculo thoracis et lumborum y la tasa de bayas de goji en la alimentación. Sin embargo, mediante comparaciones por pares surgió que la acidificación (pH: $P < 0,05$), el estado antioxidante/oxidante (TBARS, ORAC, RI; $P < 0,001$) y el contenido fenólico ($P < 0,01$) del músculo mejoraron significativamente solo en 3% de bayas de goji en comparación con el grupo dieta estándar comercial. Luego se encontró una relación dosis-dependiente pero solo la mayor dosis de bayas de goji garantizó un aumento en la protección contra los fenómenos oxidativos de la carne.

Perna et al. (2019) en Italia realizó un estudio sobre el efecto de una dieta enriquecida con polvo de hoja de coliflor sobre el rendimiento, la calidad y el potencial antioxidante de la carne de conejo. No se encontraron diferencias significativas para los parámetros de rendimiento vivo entre conejos alimentados con dieta estándar y polvo de hoja de coliflor. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para composición proximal de la carne entre los grupos dieta control y dieta en polvo de hojas de coliflor. La suplementación dietética influyó en las características de la carne de los conejos: la carne con la dieta en polvo de hojas de coliflor mostró una pérdida por goteo significativamente menor después de 48 h, una pérdida por cocción. Los valores son significativamente más altos de luminosidad (L^*) y enrojecimiento (a^*), contenido de vitamina A y vitamina E y estabilidad oxidativa, en comparación con la carne con dieta control. Además, la suplementación de la dieta en polvo de hojas de coliflor provocó una disminución significativa de SFA y un aumento del porcentaje de PUFA en la grasa intramuscular de conejo. El análisis estadístico también mostró un efecto significativo de la fortificación de la dieta sobre el contenido fenólico y la actividad antioxidante de la carne de conejo, que resultó mayor en la carne del grupo polvo de hoja de coliflor. Este estudio destacó que la fortificación de la dieta con polvo de hoja de coliflor es una estrategia válida para producir carne de conejo con mejor calidad tecnológica y funcional.

Serpen, et. al (2012) en Turkia investigó la capacidad antioxidante total (TAC) de las carnes (res, pollo, cerdo y pescado) y sus cambios en el tratamiento térmico. El procedimiento QUENCHER, que se realiza directamente sobre el material sólido sin extracción, fue seleccionado y demostró ser particularmente adecuado para muestras de carne. La capacidad depuradora de ABTS punto radical + de las carnes crudas osciló entre $25,9 \pm 1,0$ y $51,7 \pm 1,2$ mmol Trolox Eq./kg. El pollo crudo tuvo capacidad antioxidante total más alto, seguido

del cerdo, la ternera y el pescado. Al calentar a 180 °C, capacidad antioxidante total de las carnes aumentó hasta un máximo aparente a los 5 min seguido de disminuciones repentinas hasta los 15 min, mientras que la etapa final de calentamiento se caracterizó por ligeros incrementos. Las modificaciones de la capacidad antioxidante total durante la cocción pueden explicarse considerando factores como la desnaturalización y exposición de sitios de proteínas reactivas, la degradación de antioxidantes endógenos y la formación de productos de la reacción de Maillard con propiedades antioxidantes.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Enciso et al. (2021) en Perú investigaron la actividad antiinflamatoria y antioxidante del extracto hidroalcohólico de fruto de las variedades anaranjada, morada y blanca de *Opuntia ficus-indica*. Los resultados fueron para el contenido de polifenoles totales para la tuna anaranjada 4,08 mg EAG/g, tuna blanca 3,87 mg EAG/g y tuna morada 3,69 mg EAG/g ($p>0,05$); el de flavonoides fue mayor en la variedad anaranjada (2,36 mg EQ/g), seguida de la variedad morada (2,29 mg EQ/g) y blanca (2,0 mg EQ/g) ($p<0,05$), respectivamente. La capacidad antioxidante DPPH de la variedad anaranjada 6,20 $\mu\text{mol ET/g}$, la tuna morada 4,40 $\mu\text{mol ET/g}$ y la tuna blanca 3,39 $\mu\text{mol ET/g}$ ($p<0,05$). Para ABTS la tuna morada presentó mayor actividad 25,35 $\mu\text{mol ET/g}$, la tuna anaranjada 24,71 $\mu\text{mol ET/g}$ y la tuna blanca 24,27 $\mu\text{mol ET/g}$ ($p<0,05$). En el caso del FRAP, las tres variedades de tuna presentaron valores similares ($p>0,05$). El porcentaje de actividad antiinflamatoria *in vitro*, fueron para la variedad anaranjada (60,32%), morada (51,37%) y blanca (36,01%), respectivamente, mostrando menor actividad, frente a dexametasona (87,93%) y diclofenaco (84,60%) ($p<0,05$).

Ordoñez et al. (2019) en Perú estudió la cuantificación de los polifenoles totales y la capacidad antioxidante mediante la inhibición de los radicales DPPH y ABTS° en cáscara de tuna y otros. Los resultados en el contenido de polifenoles de la cascara de tuna amarilla fue 1,82 g EAG/100g, y de la cascara de tuna morada fue de 2,25 g EAG/100g. La capacidad antioxidante frente al radical DPPH en la cáscara de tuna morada fue de 18,50 IC50 (mg/mL) y en la cáscara de tuna amarilla 27,99 IC50 (mg/mL). Frente al ABTS la cascara de tuna morada fue de 9,19 IC50 (mg/mL) y la cascara de tuna amarilla fue de 16,59 IC50 (mg/mL).

Enríquez (2019) en Perú investigó con la finalidad de evaluar los efectos de una alimentación en base a simbióticos naturales en la calidad de la carne de cuy (*cavia porcellus*) en la etapa

de crecimiento. Los tratamientos fueron: control (T1): Dieta base + antibiótico promotor de crecimiento APC; (T2): Dieta base + 300ppm de antibiótico promotor de crecimiento (APC) y simbiótico; (T3): Dieta base + simbiótico natural. Los resultados en la medición de pH y la humedad no encontraron diferencia estadística significativa ($P>0,05$). En el análisis químico proximal de la carne, en cuanto a la proteína mayor cantidad fue en el T1 (21,76%) seguido del T3 (19,72%). En cuanto al extracto etéreo el tratamiento con mayor porcentaje fue el T3 (10,01%) seguido del T1 (9,56%). En cuanto a la cantidad de cenizas el tratamiento con la mayor porcentaje fue el T2 (0,95%) seguido muy de cerca por del T1 (0,94%) y el T3 (0,77%). En la determinación de extracto no nitrogenado el tratamiento con la mayor cantidad fue para el T1 (2,22%) seguido del T3 (1,08%); por lo tanto no presenta diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) entre tratamientos en las pruebas del análisis proximal. Se puede concluir que una alimentación suplementada con simbióticos naturales para cuyes tiene un buen comportamiento sobre la calidad de carne.

Guevara et al. (2016) en Perú se realizaron una investigación con la finalidad de evaluar el uso de la inulina en reemplazo de antibiótico promotor de crecimiento (APC) sobre la calidad de la carne de cuy. Los tratamientos fueron: T1: Control (con APC), T2: Sin inulina y sin APC, T3: 150 ppm de inulina, T4: 300 ppm de inulina y T5: 600 ppm de inulina. Los resultados en el análisis proximal para materia seca y proteína, no presentan diferencias significativas, pero los mejores porcentajes presenta T3 con 30.1% y 18.2%, respectivamente. En extracto etéreo, el mayor porcentaje fue para el T3 con 9.9%. En cenizas, el tratamiento control presenta mayor cantidad con 1.3%; y en extracto no nitrogenado el T5 con 2.9%. En conclusión no se encontró diferencia significativas en cenizas, proteína, extracto etéreo y sí en extracto no nitrogenado. En cuanto a las características organolépticas color, olor y sabor fueron mejores en el T3; en jugosidad, los cuyes en el T4 presentaron mejor resultado, pero no presento diferencia significativa entre tratamientos.

Aceijas (2014) en Perú, evaluó el efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (*cavia porcellus*). Los tratamientos fueron T1 (solo alfalfa), T2 (alimento mixto y balanceado). En conclusión el tipo de alimento afectó el peso y rendimiento de carcasa, los cuyes que fueron alimentados con mixto y con balanceado presentaron mayores rendimientos. La carne de los cuyes que consumieron mixto y balanceado tuvieron menor humedad, pero mayor contenido de

nutrientes. El tipo de alimento los que consumieron mixto presento mayor cantidad de proteína y grasa de la carne; en cuanto al sexo el contenido de proteína fue ligeramente mayor en macho, aunque no fue afectado por el sexo; en el contenido de grasa el sexo prácticamente, no influyó. El tipo de alimento y sexo no afectaron significativamente el contenido de ácido oleico, aporte energético, contenido de cenizas, pH de la carne, aunque la de los cuyes que recibieron mixto y balanceado fueron ligeramente superiores. Se concluye que el tipo de alimento y sexo influyen en el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne de cuy, y que el mejor alimento para los cuyes es el alimento mixto, por los resultados obtenidos en el presente estudio.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Aspectos de la tuna

2.2.1.1 La tuna

La tuna (*Opuntia ficus-indica*) es una planta de gran importancia en los sistemas agro pastoriles de los andes peruanos. Se encuentra distribuida en los valles interandinos. Sus tallos son usados como forraje para ganado especialmente en época de sequía, mientras que los frutos son consumidos de forma natural por los pobladores y/o campesinos. Siendo su uso más frecuente como hospedera de la cochinilla (*Dactylopius coccus Costa*) un insecto en cuyo interior produce carmín pigmento natural usado en la industria alimenticia, textil y farmacéutica (Novoa, 2006).

La tuna (*Opuntia ficus-indica*), es una especie arbustiva del género opuntia de la familia de las cactáceas y está presente en zonas áridas y semiáridas. En los últimos tiempos, se han publicado numerosos estudios sobre los beneficios nutricionales y de salud de esta cactácea. Esta planta es notablemente rica en polifenoles, vitaminas, ácidos grasos poliinsaturados y aminoácidos. Los compuestos identificados y sus derivados han mostrado poseer actividad por su ingesta en humanos, muy relevantes incluyendo la antiinflamatoria, antioxidante, hipoglucémica, antimicrobiana y neuroprotectora, entre otras (Medico, 2021).

El aprovechamiento de la tuna, genera una gran cantidad de residuos ya que la cascara no se consume como alimento, pero podría servir como una posible fuente de grasas y proteína para consumo animal debido a que contiene un 3.8% (en base húmeda) de lípidos. La cascara también contiene componentes nutricionalmente importantes como los carotenos y tocoferoles (vitamina E). Los niveles de vitamina E en alta concentración y los α -tocóferoles constituyen

aproximadamente un 80.5%, los β -tocoferoles un 10.2%, los γ -tocoferoles un 8% y los δ -tocoferoles un 1.20% (Medico, 2021).

2.2.1.2 Variedades

Las variedades se diferencian en cuatro grupos: las de cáscara verde amarilla con pulpa blanca, las de cáscara amarilla anaranjada con pulpa naranja, las de cáscara verde roja con pulpa roja y las de cáscara colorada con pulpa púrpura (Álvarez, 2007).

2.2.1.3 Descripción morfológica de la tuna

Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009) describe:

- **Tallo:** El tallo está conformado por un tronco y ramas aplanadas de color verde. En el Perú las variedades desarrollan porte de aproximadamente 1.5 a 2.00 m de altura.
- **Cladodio o penca:** Forman pencas denominadas cladodio de color verde opaco de 30 a 60 cm de largo x 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor contienen espinas de más o menos numerosas.
- **Hoja:** Las hojas desaparecen cuando las pencas alcanzan un grado de desarrollo quedando así en su lugar espinas.
- **Fruto:** Es de forma ovoide esférica de color verde tomando diferentes colores cuando madura, presentan espinas frágiles de 2 a 3 mm de longitud.

Según Inglese et al., (2018):

- **Pulpa:** La pulpa está formada por el crecimiento exterior de los tricomas que se originan en las células epidermales.
- **Semillas:** Representan alrededor del 15% de la porción comestible de la fruta. El contenido relativamente alto de proteína (aproximadamente 6%) es una fuente de proteína para consumo humano.
- **Cáscara:** Es la parte no comestible, el color puede cambiar de verde a naranja-amarillo para los cultivares amarillos, de verde a rojo rubí para los cultivares de tuna roja y de verde a verde blanquecino para los cultivares de color blanco.

2.2.1.4 Composición química y nutricional de la cáscara de tuna

Ordoñez et al. (2019) menciona que la cáscara, que corresponde a la parte no comestible del fruto y representa aproximadamente del 45% a 50% del peso total es considerado como

desperdicio en los procesos agroindustriales, lo que significa que este subproducto se puede utilizar como fuente natural de antioxidante.

Terán (2015) señala que las características fisicoquímica de la cascara de tuna fue 5,98 de pH, 88,62% de humedad, 6,16 °Brix de solidos solubles y 21,97 mg/100g. de vitamina C. Este estudio demostró la potencialidad del fruto como alimento funcional para ser utilizado en la agroindustria, representando una alternativa como materia prima para la producción de alimentos.

Manzur (2017) menciona que la cascara de tuna posee una importante cantidad de fibra dietetica insoluble. Estudios reportan concentraciones del 43 al 45% de fibra dietetica total de los cuales el 33 al 35% es fibra insoluble y del 9 al 10% fibra soluble, siendo aproximadamente el 20,8% de hemicelulosa, 71,4% de celulosa, 7,71% de pectina y el 0,06% de lignina. Teniendo en cuenta en una tuna de 163 g de peso promedio se obtendria 76,4 g de cascara (46,9% del peso del fruto), con 32 g de fibra total. Por lo que la fibra de la cascara de tuna es considerado de buena calidad, ademas de tener en su matriz gran cantidad de compuestos antioxidantes que se encuentran unidos a la estructura de la fibra.

Tabla 1

Composición Químico Bromatológico de la cáscara de Opuntia ficus – indica (L.) Miller “tuna”, en muestra fresca.

Parámetros		Cáscara de tuna (Fresca)
Humedad	%	88,46
Cenizas	%	0,99
Proteína	%	1,08
Grasas	%	0,19
Carbohidratos	%	9,28
Fibra cruda	%	0,22
pH		5,7

Fuente: Rosillo (2016)

Sumaya et al., (2010) reportaron que la cáscara de tuna contiene una buena fuente de ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes naturales como la vitamina E, tocoferoles y la vitamina C. Ordoñez et. al. (2019) la cáscara de la tuna contiene mayor cantidad de flavonoles,

compuestos fenólicos y betacianinas comparado con la pulpa. Los polifenoles presentes en la cáscara son ácidos fenólicos, flavonoides, kamperol, quercitina, Isorametina.

Asimismo, Manzur (2017) señala que los polifenoles pueden estar asociados a la fracción insoluble de la fibra, los polifenoles de menor peso molecular, así como los flavonoides, los ácidos fenólicos, a la fibra soluble. Se definió el concepto de fibra antioxidante materia prima, con un elevado porcentaje de fibra dietética y antioxidantes naturales asociados a la matriz del conjunto de compuestos no digeribles. La tuna es una fuente importante de fibra, donde la pulpa, semilla y cascara se encuentra hasta un 1,32% de fibra dietética. Las investigaciones realizadas en las cascara de tuna indican su importancia como fuente de antioxidantes y fibra y que muchas veces no son aprovechadas por las industrias alimentaria o farmacéutica.

2.2.1.5 Compuestos bioactivos de la Tuna

Ordoñez et al. (2019) señala que los compuestos bioactivos más importantes en los frutos de cactus son los compuestos fenólicos como la betacianinas y betaxantina quienes tienen gran poder antioxidante. Los compuestos bioactivos que se encuentran en la tuna son:

- **Betalainas:** Son pigmentos que se encuentran exclusivamente en familias del orden Caryophyllales. Estas consisten en betacianinas y zeaxantinas, generalmente se usan como aditivos de color en los alimentos (Rahimi et al., 2019). Las variedades de tunas rojas y moradas poseen un contenido variable de betalainas en la pulpa y la cáscara (Inglese et al., 2018).
- **Ácido ascórbico:** Comúnmente llamado vitamina C, constituye uno de los más potentes agentes antioxidantes (Serra y Cafaro, 2007). La mayor cantidad de ácido ascórbico se encuentra en la tuna roja (Bernal & Tunqui, 2020)
- **Fenoles:** Son compuestos químicos que originan una de las clases más importantes de metabolitos secundarios en las plantas. Se encuentran distribuidos en frutas y vegetales (López, 2028). La cáscara tiene un mayor contenido de fenoles que la pulpa (Inglese et al., 2018).

2.2.2 Aspectos generales del cuy

2.2.2.1 El cuy

El cuy es un animal roedor originario de las zonas de Bolivia, Ecuador y Perú. Siendo el Perú el país con mayor población y consumo del cuy ya que posee una carne de alto valor nutricional (Ataucusi, 2015). Posee un cuerpo que es alargado, está cubierto de pelos desde el nacimiento, tiene orejas pequeñas en forma semicircular y no presentar cola. Existe en una diversidad de colores y pelajes los cuales también sirven para clasificarlo por tipos, así mismo varían en cuanto a su rendimiento productivo y reproductivo los cuales son influenciados por el tipo del animal y su genética (INIA, 2004).

Burgos et al., (2010) mencionan que el cuy es un animal de gran potencial de producción por sus características de gran capacidad para el consumo de forraje, aptitud para la producción cárnica y alta precocidad.

2.2.2.2 Alimentación del cuy

En alimentación del cuy existen tres sistemas reportados por la literatura: alimentación a base de forraje, alimentación con balanceado y alimentación mixta.

Según Vivas & Domingo (2009):

Alimentación en base a forraje, que consiste en el empleo únicamente de forraje siendo la fuente principal de nutrientes asegurando la ingestión adecuada de vitamina C.

Alimentación con balanceado, este sistema permite aprovechar los insumos de alto valor de materia seca, siendo el concentrado un alimento que permite cubrir todos requerimientos del cuy, sin embargo, es necesario el uso de vitamina C y agua.

Alimentación mixta, se denomina alimentación mixta al uso de concentrado y forraje, permitiendo que el alimento concentrado complemente la alimentación para obtener rendimientos óptimos, mientras que el forraje asegura la ingesta adecuada de fibra y vitamina C.

2.2.2.3 Requerimientos del cuy

Los requerimientos del cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos, minerales y vitaminas estos van a depender del estado fisiológico, edad, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle el sistema crianza (Chauca, 1997).

Tabla 2*Requerimientos nutritivos del cuy en las etapas de gestación, lactancia.*

Nutrientes	Unidad	Etapas	
		Gestación	Lactancia
Proteínas	(%).	18	18-22
Energía digestible	(Kcal/kg).	2 800	3 000
Fibra	(%).	8-17	8-17
Calcio	(%).	1,4	1,4
Fósforo	(%).	0,8	0.8
Magnesio	(%).	0,1-0.3	0,1-0,3
Potasio	(%).	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg).	200	200

Fuente: Altamirano, A (2006). Citado por (Tuiquina, 2017)

2.2.2.4 Parámetros productivos del cuy

Los parámetros productivos son de gran importancia en toda explotación pecuaria, se calculan en base a los datos del comportamiento productivo (Itza & Ciro, 2016).

- **Ganancia de peso**

Chauca (1997) señala que el incremento de peso es un indicador de suma consideración, cuya expresión está relacionado con la presentación, calidad y cantidad de la dieta ofrecida a los cuyes a la vez con el factor genético. Hay varios estudios realizados acerca de la ganancia de peso diaria y peso final de cuyes de raza Perú, el cual manifiesta que la ganancia promedio diario es de 16.9g, mientras que el peso final promedio es de 1046g a las ocho semanas de edad.

- **Consumo de alimento**

Moreno (1989) indica que es un factor importante que se debe de tener en cuenta, este está relacionado con el peso vivo del animal, siendo el consumo de forraje del cuy de 180g/ día por animal siempre y cuando se le suministre alimento balanceado con 14 a 16% de proteína. Asimismo, Chauca (1997) señala que el consumo del alimento contribuye a la eficiencia alimenticia del animal, por lo cual tiene un consumo que va de 30 a 40 g/día/cuy de alimento concentrado y en forraje verde cantidades que van de 150 a 240 g de forraje por día.

- **Conversión alimenticia**

Chauca (2010) Mencionan que la conversión alimenticia es la habilidad del animal para transformar los alimentos en peso vivo, sin embargo, la calidad del alimento es fundamental para el logro de mejores resultados. La conversión alimenticia (C.A) se expresa como la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo logrado durante un período de prueba.

Chauca (1997) señala que el cuy mejorado, criados con sistema de crianza familiar-comercial en los que administra una alimentación mixta (forraje más suplemento) logra una conversión alimenticia de 6.5 a 8.0.

- **Rendimiento de carcasa**

Chauca (1997) señala que el rendimiento de carcasa se obtiene después de haber sido faenado. En el caso de cuyes, incluye piel, cabeza, patas y riñones, siendo entre los factores que influyen en el rendimiento la alimentación, la edad y el genotipo.

Xicohtencatl et. al (2012) menciona que en los países andinos el rendimiento en canal promedio de cuyes enteros es de 65% (la canal incluye la piel sin pelo, cabeza, patitas, músculo, hueso, grasa y riñones). El 35 % restante involucra las vísceras (26.5 %), pelos (5.5 %) y sangre (3.0 %).

2.2.3 Calidad de la carne

Guevara (2019) citado por CIATA (1998) define la calidad de carne como un conjunto de características que expresan su valor nutricional y organoléptico lo que le brinda mayor aceptación y mejor precio en el mercado.

Carballo y López (1991) menciona que los factores fundamentales que afectan a la calidad de la carne y son responsables del 90% de los problemas de calidad, suelen dividirse en tres grandes grupos:

- a) Factores intrínsecos del animal: raza, sexo y alimentación (sobre todo en monogástrico).
- b) Condiciones pre morten: ambientales o estresantes, técnicas de sacrificio.
- c) Condiciones post morten: velocidad de descenso del pH, velocidad de enfriamiento e higiene durante la manipulación.

2.2.3.1 Composición química y nutricional de la carne de cuy

Caycedo (2000) indica que la carne del cuy tiene un alto valor nutritivo, contiene 20.3% de proteína, 3.8% de grasa, 1.8% de minerales y 70.6% de humedad; valores que varían con la edad, genotipo y el tipo de alimentación. (Gil, 2007) la carne de cuy desde el punto de vista nutricional contiene un porcentaje de grasa menor al 10% con alto contenido de proteínas de 20,3%, baja en colesterol y sodio lo que demuestra que se trata de una carne saludable y de muy buena calidad. Presenta una buena cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, es fuente de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y también presenta buena digestibilidad.

Tabla 3

Composición química de la carne de cuy raza Perú.

Clase	Humedad (%)	M.S (%)	Cenizas (%)	Proteínas (%)	Grasa (%)
Saca	74,17	25,83	1,25	20,02	3,30
Parrilleros	71,55	28,45	1,25	21,24	3,57

Fuente: Ministerio de agricultura (2011).

Guevara (2019) señala que los componentes químicos de la carne pueden variar después del beneficio, esto puede darse por muchos motivos, ya sea por factores propios del animal (genética), factores externos como el manejo, alimentación, etc. El musculo fresco contiene 80% de compuestos no nitrogenados (90% agua; 7% lípidos; 1% minerales; 1% carbohidratos y menos del 1% vitaminas). El 20% que representan los compuestos nitrogenados, está formado por un 90% de proteínas y un 10% de compuestos no proteicos.

Según Carballo y López (1991) el análisis químico arroja una serie de datos que permiten conocer la calidad dietética de la carne en cuanto a su contenido en agua, proteínas, lípidos y cenizas, facilitando un mejor conocimiento de la misma y de la evolución que han sufrido algunas de estas características, debido a la selección genética. Esto facilita la elección de la carne más adecuada, según su composición, en los diversos regímenes alimenticios.

Asimismo menciona Carballo y López (1991) que la proteína de la carne aporta lisina, treonina e histidina, aminoácidos esenciales no presentes en las proteínas vegetales. Cualitativamente la composición de aminoácidos esenciales y no esenciales es similar en las carnes de vacuno, porcino y ovino, cuantitativamente está influenciada por la edad, sexo, raza y alimentación del animal.

Según Schmidt (1984), la carne dentro de su estructura contiene **proteínas** que fuera de su importancia nutritiva, las proteínas cárneas desempeñan la función tecnológica de emulsionar grasas, ligar agua y proporcionar color, sabor y textura a la carne. Pueden distinguirse en la carne las siguientes clases de proteínas: proteínas musculares (proteínas contráctiles, proteínas solubles del sarcoplasma) y proteínas insolubles del tejido conjuntivo (colágeno de la piel, elastina y nucleoproteínas). Otro componente importante es la **grasa** que en la carne existe en diferentes formas: grasa extracelular, como tejido conjuntivo y de depósito, grasa intramuscular, contribuyendo con el marmóreo de la carne y gotitas finas de grasa en el sarcoplasma. Se observa una cierta relación inversa entre el contenido de grasa y agua que son los componentes más variables dentro del animal; es de interés su punto de fusión y su susceptibilidad a la rancidez.

Guevara (2019) también menciona sobre el pH que es un parámetro clave que debemos considerar al medir la calidad de la carne debido a que influye en las diversas características del producto como el color, capacidad de retención de agua, su propensión a la contaminación por microorganismos, etc. Las variaciones del pH se someten a procesos bioquímicos que se presentan cuando el músculo del animal se transforma en carne. El tiempo transcurrido desde el beneficio del animal es muy importante en la medición pH porque la acumulación del ácido láctico normalmente continúa hasta cerca de 24 horas. La carne de cuy debe tener un pH de entre 5,5 – 6,4. El pH puede variar por una diversidad de factores, algunos son intrínsecos al animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), sin embargo generalmente los factores más determinantes tienen que ver con el manejo del animal y su canal en las 24 horas previas y posteriores al faenado. Si los animales se encuentran en una situación de alto estrés antes del faenado esto hará que se presente una alta producción de adrenalina lo cual estimulará la degradación de glucógeno y, en consecuencia, favorecerá la caída del pH. Por otra parte, si después del faenado tenemos malas condiciones de almacenamiento de la canal como por ejemplo un manejo deficiente en la manipulación o refrigeración también desatará una caída del pH.

Según Horcada (2000) el color de la canal está relacionado con la precocidad y la rusticidad de la raza, para el mismo peso de sacrificio, la canal procedente de razas más rústicas presenta mayor intensidad de color rojo. Las hembras tienen mayor intensidad de color de la carne que los machos a la misma edad de sacrificio ya que éstas presentan mayor tono metabólico, como consecuencia de la síntesis acusada a la grasa. La edad de sacrificio influye sobre el color de

la carne ya que el contenido de pigmentos responsables del color de la carne (mioglobina) se incrementa con la edad.

2.2.3.2 Análisis sensorial de la carne

Guevara (2019) señala que el análisis sensorial es una disciplina científica importante que estudia la calidad específica de los alimentos donde los catadores a través de los sentidos miden, analizan e interpretan respuestas a las propiedades de los alimentos por medio de metodologías específicas. El análisis sensorial generalmente comprende la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima.

La industria de la carne cuenta con una serie de herramientas para la caracterización de los productos cárnicos como texturómetros, colorímetros, etc. Sin embargo, hay características sensoriales que difícilmente serán interpretadas por estos métodos y en este caso será necesario el uso del análisis sensorial. La información hedónica que se obtiene es una herramienta valiosa porque muestra información que se asemeja más al gusto de los consumidores, que son los únicos que pueden indicar con veracidad el nivel de aceptación o rechazo de un producto. La calidad sensorial u organoléptica es un componente muy importante pero subjetivo, ya que varía en el tiempo y en el espacio, y depende de los sentidos de los individuos (Guevara, 2019).

Las características sensoriales van a influir en la carne son:

- **Color**, es una cualidad organoléptica apreciada por medio del sentido de la vista de la carne. Los consumidores tienden a preferir productos con una apariencia atractiva siendo el color el primer atributo que se juzga por ende es el atributo sensorial más importante (Mathias y Ah, 2014).
- **Sabor**, se percibe mediante el sentido del gusto la cual identifica las diferentes sustancias que se encuentran en los alimentos (Manfugás, 2007).
- **Olor**, es un atributo esencial de un producto cárnico, este resulta de un delicado balance de compuestos volátiles y estos son percibidos por los receptores olfativos. El olor de la carne interviene distintos factores como la alimentación, las condiciones de procesamiento y almacenamiento del producto (Carduza et al., 2002).

- **Textura**, Dentro del amplio concepto de textura está englobado las cualidades como la dureza, resistencia al corte, terneza, jugosidad, fibrosidad, etc. Puede ser valorado instrumentalmente como también sensorialmente. La textura de la carne varía en relación a factores del animal como la raza, edad o el sexo (Sañudo et al., 2003).

2.2.3.3 Antioxidantes y polifenoles

2.2.3.4.1. Antioxidantes

Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células (Jamanca, 2017).

En la actualidad la industria de los alimentos y la carne su enfoque está en adicionar antioxidantes a estos. Los antioxidantes naturales comprenden a las vitaminas (C y E), los carotenos y criptoxantina y varios compuestos fenólicos (Valenzuela y Pérez, 2016).

Según Jamanca (2017) Clasifica a los antioxidantes como:

- **Antioxidantes naturales:** son las que se encuentran de manera natural en los alimentos principalmente de origen vegetal, siendo estos: vitamina A, C y E; minerales selenio, zinc y cobre; en sustancias fotoquímicas: polifenoles.
- **Antioxidantes artificiales:** son producidos por síntesis química y usualmente son codificados para su aplicación principalmente en la industria de los alimentos. Algunos antioxidantes artificiales: ácido l-ascórbico (vitamina C), alfa-tocoferol sintético, ácido cítrico etc.
- **Antioxidantes solubles en agua:** Conocidos como hidrofílicos, los antioxidantes solubles en agua reaccionan con los oxidantes en el citoplasma celular y el plasma sanguíneo. Como ejemplo tenemos los *carotenos* (pro vitamina A), *ácido ascórbico*.
- **Antioxidantes solubles en lípidos:** Conocidos como hidrófobos. Estos antioxidantes liposolubles protegen las membranas de la célula contra la peroxidación de lípidos. Como ejemplo podemos citar a los *tocoferoles* (vitamina E).
- **Antioxidantes sintetizados por el organismo:** Este grupo de compuestos son sintetizados por el cuerpo humano. Los diferentes antioxidantes están presentes en una amplia gama de concentraciones en fluidos corporales y tejidos. Entre estas sustancias tenemos al *glutación* y la *ubiquinona* mayormente presente dentro de las células,

mientras que otros tales como el *ácido úrico* se distribuyen más uniformemente a través del cuerpo.

- **Antioxidantes obtenidos de fuentes externas:** Este grupo de antioxidantes son asimilados por el organismo a partir de las dietas alimenticias constituidas por los diversos tipos de alimentos.

a) Betalainas

Son pigmentos naturales hidrosolubles con nitrógeno en su estructura (figura 1), que se sintetizan a partir del aminoácido tirosina. Las betalainas se dividen en dos grupos: las betacianinas, las cuales contienen un residuo de ciclo-dihidroxifenilalanina (ciclo-DOPA) y exhiben una coloración rojovioleta; y betaxantinas, las cuales contienen diferentes cadenas laterales de aminoácidos o aminas y exhiben una coloración amarillo-naranja. Por lo tanto la betanina es el compuesto responsable del color rojo autorizado y clasificado como colorante natural de los alimentos. En las últimas décadas se han investigado las propiedades saludables de estos compuestos, entre las que se pueden destacar su actividad antioxidante, antidiabética, antiinflamatoria y anticancerígena. Las betalainas son los principales pigmentos de la raíz del betabel o remolacha (*Beta vulgaris sp.*) y de otras especies, como la espinaca malabar (*Basella sp.*), el amaranto (*Amaranthus sp.*), la pitaya (*Cereus, Hylocereus y Selenicereus spp.*) y la pera del cactus (*Opuntia sp.*) comúnmente conocida como tuna (Medico, 2021).

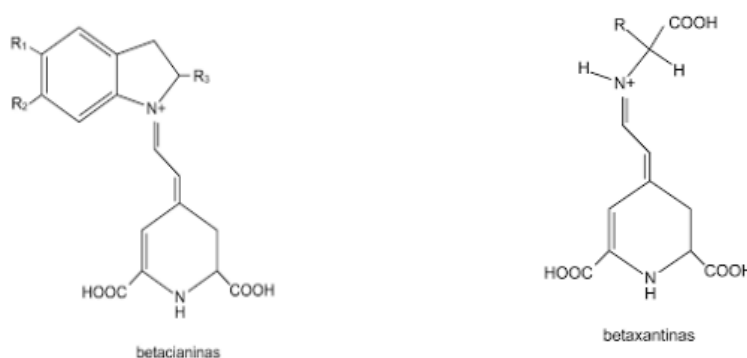


Figura 1 Estructura química de los betalainas.

Fuente: tomado de Medico (2021)

b) Carotenoides

Los carotenoides se clasifican en dos grandes grupos: carotenoides compuestos sólo de carbono e hidrógeno que se denominan carotenos y los que contienen oxígeno que se denominan xantofilas. Su cromóforo característico (al menos diez dobles enlaces conjugados)

explica su coloración amarilla o anaranjada y su enorme sensibilidad a la oxidación. La estructura está compuesta por seis carotenoides: el α -caroteno, β -caroteno y licopeno, pertenecen al grupo de carotenos y la β -criptoxantina, luteína y zeaxantina al de xantofilas (Medico, 2021). La luteína pertenece al grupo de las xantofilas, este pigmento carotenoide es uno de los principales componentes de vegetales verdes, frutas de color naranja y yema de huevo, donde se puede encontrar libre o esterificada con ácidos grasos. Los pigmentos carotenoides son compuestos liposolubles, que normalmente se extraen con solventes orgánicos (desventajas es la degradación y pérdida de los componentes bioactivos). La luz, el oxígeno y la alta temperatura promueven la degradación e isomerización de la luteína (Medico, 2021).

2.2.3.4.2. Polifenoles

Los polifenoles, son metabolitos secundarios de las plantas y son ricos en muchos alimentos vegetales como frutas, verduras, cereales y bebidas de café y té. Según las características estructurales, los polifenoles/fenólicos se clasifican en ácidos fenólicos como el ácido benzoico y derivados del ácido cinámico, flavonoides y no flavonoides como estilbenos, lignanos y ácidos elágicos. Los flavonoides son pigmentos heterocíclicos que contienen oxígeno ampliamente distribuido entre las plantas, constituyendo la mayoría de los colores amarillo, rojo y azul de las plantas y frutas, al consumirlos obtenemos de ellos propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas, antitrombóticas, antialérgicas, antitumorales, anticancerígenas y antioxidantes. De esta última, principalmente, radica su función en el sistema nervioso, pues se ha visto relación de protección en enfermedades neurodegenerativas (Medico, 2021).

La microbiota y su relación con los antioxidantes de la dieta, los beneficios para la salud de los polifenoles se han atribuido a su capacidad antioxidante como captadores de radicales libres. Más recientemente se ha descrito que los polifenoles activan otras vías de señalización celular que no están relacionadas con la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) sino que están involucradas en la regulación metabólica (Sandoval et al., 2020). Los estudios también han demostrado que la ingesta de polifenoles modula el perfil microbiano intestinal y regula la salud del huésped manteniendo la homeostasis, demostrando propiedades prebióticas (Mithul Aravind et al., 2021). Esta actividad prebiótica favorece el crecimiento de las bacterias beneficiosas, resultando en una menor disponibilidad de nutrientes para las bacterias patógenas, actuando así como agentes antimicrobianos frente a ellas. Un estudio destaca que,

mientras que los polifenoles mejoran la composición, diversidad y funciones de la microbiota, a través de sus acciones prebióticas, la microbiota intestinal los transforma en eficientes reguladores bioactivos capaces de optimizar la salud cardiometabólica en individuos sanos, al tiempo que alivia y mitiga el síndrome metabólico (SM) en los pacientes (Koudoufio et al., 2020).

2.2.4 Definiciones de términos básicos

Antioxidantes: son compuestos sintetizados por las plantas en sus diferentes partes (frutos, hojas, ramas, raíces, etc).

Betalainas: son pigmentos nitrogenados solubles en agua que imparten colores, de amarillo a rojo, a los alimentos.

Cáscara: es la capa o cubierta exterior, resistente, dura o quebradiza, que envuelve algunas cosas, especialmente los huevos, la fruta y los frutos secos.

Compuestos bioactivos: son los componentes de los alimentos que influyen en las actividades celulares y fisiológicas obteniendo, tras su ingesta, un efecto beneficioso para la salud.

Fenoles: son compuestos orgánicos aromáticos que contienen el grupo hidroxilo como su grupo funcional.

Tuna: es una planta cactácea de tallos muy carnosos formados por una serie de paletas ovales con espinas que representan las hojas, flores grandes con muchos pétalos y fruto (higo chumbo o tuna) en baya de corteza verde amarillento y pulpa comestible, de sabor dulce y color anaranjado o verdoso.

Rendimiento de carcasa: porcentaje del peso de carcasa en relación al peso vivo del cuy.

2.3 Hipótesis de la investigación

2.3.1 Hipótesis general

H₀: La inclusión de harina de cáscara de tuna no influye en el rendimiento productivo y la calidad de la carne del cuy.

H₁: La inclusión de harina de cáscara de tuna influye en el rendimiento productivo y la calidad de la carne del cuy.

2.3.2 Hipótesis específicas

- H₁: La inclusión de harina de cáscara de tuna influye en la ganancia del peso del cuy.
- H₁: La inclusión de harina de cáscara de tuna influye en la conversión alimenticia
- H₁: La inclusión de harina de cáscara de tuna influye en el rendimiento de carcasa
- H₁: La inclusión de harina de cáscara de tuna influye en el costo/beneficio
- H₁: La inclusión de harina de cáscara de tuna influye en las características sensoriales de la carne de cuy.
- H₁: La inclusión de la harina de cáscara de tuna influye en la composición química de la carne de cuy.
- H₁: La inclusión de harina de cáscara de tuna influye en la capacidad antioxidante y polifenoles de la carne de cuy.

2.4 Operacionalización de las variables

Tabla 4

Operacionalización de variables.

Variables	Función	Tipo de variable	Indicador
X: Harina de cáscara de tuna			
$X_{1=5}$ $X_{2=10}$ $X_{3=15}$	Independiente	Cuantitativa, discreta	%
Y= Rendimiento			
Y_1 =Ganancia de peso			
Y_2 =Conversión alimenticia			
Y_3 =Rendimiento de carcasa	Dependientes	Cuantitativa y cualitativa, continua	Promedio, DE (g)
Y_4 =Costo/beneficio			Promedio, DE (g/g)
Y_5 =Características sensoriales			%
Y_6 =Composición química de la carne			S/.
Y_7 =Capacidad antioxidantes y polifenoles			Escala 1 - 5
			%
			TEAC/g, μ M

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

La investigación se llevó a cabo en la granja de cuyes R y D, en el Departamento de Lima, Provincia de Huaura, Distrito de Vegueta. Con una altitud de 67 msnm, temperatura 24 - 28 °C, humedad relativa 92%, evaporación 83.4 mm, horas sol 12 horas.

3.1.2 Características del área experimental

El área donde se realizó la investigación en la granja de cuyes, los cuyes fueron distribuidos en el galpón de engorde con una medida de 15m x 8m, con un sistema de crianza de jaulas con dimensiones de 1,5m x 0,9 m x 0,45m, donde se usó 16 jaulas ocupando una densidad de 6 animales por jaula. La densidad recomendada es de 0,24 m²/por animal (Cáceres et al, 2004).

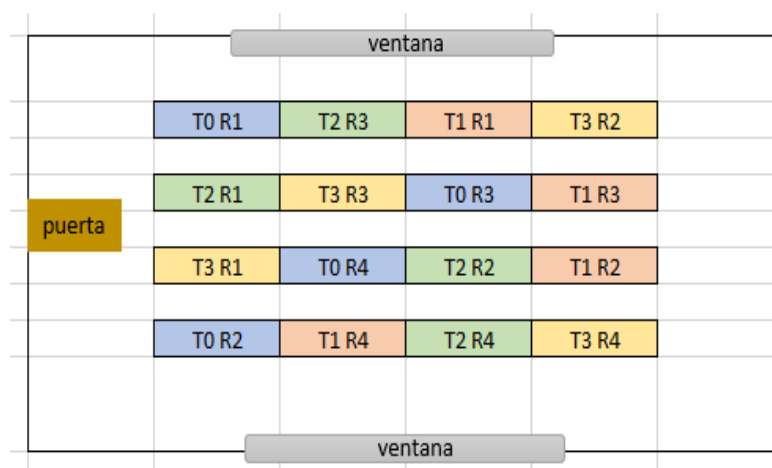


Figura 2 Croquis experimental

Elaboración propia

3.1.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron: T₀: control, T₁: 5% de harina de cáscara de tuna, T₂: 10% de harina de cáscara de tuna, T₃: 15% de harina de cáscara de tuna.

Tabla 5

Estructura de tratamientos de evaluación.

Tratamientos	Repetición	Unidad experimental	Total
T₀	4	6	24
T₁ 5%	4	6	24
T₂ 10%	4	6	24
T₃ 15%	4	6	24
Total	16		96

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Diseño experimental

Es de diseño experimental porque esta investigación busca generar sus propios datos manipulando la variable independiente sobre la variable dependiente para obtener un resultado. Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar (DCA), con 4 repeticiones por tratamiento.

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

Dónde:

Y_{ij} = Observación del i-ésimo tratamiento en la repetición j-ésima

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error aleatorio

3.1.5 Variables a evaluar

Las variables en estudio fueron:

- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia
- Rendimiento de carcasa
- Costo/beneficio
- Características sensoriales
- Composición química de la carne de cuy
- Capacidad antioxidante y polifenoles.

3.1.6 Conducción del experimento

Se realizó la investigación en un galpón adecuado, donde se seleccionó cuyes de raza Perú machos destetados (18 ± 4 días) con pesos de 250 – 350 g., que fueron distribuidos al azar en cuatro grupos, asignando cuatro repeticiones con 6 cuyes cada uno, la duración de la investigación fue de 8 semanas. Para desarrollar la investigación se llevó una serie de pasos a cumplir para una correcta toma de datos:

Preparación del lugar de experimento

Se hizo las coordinaciones correspondientes para dar inicio a la investigación, por lo que se identificó el galpón y jaulas que fueron tomadas para el experimento. El estado del galpón y jaulas se encontraban en buenas condiciones, por lo que se continuo con la limpieza y desinfección de las mismas. Se hizo la desinfección total del área experimental, incluido jaulas, comederos, bebederos. Finalmente se realizó la identificación de cada jaula, colocando letreros que nos permitió tener un monitoreo correcto de los datos.

Obtención de la harina de la cascara de tuna

Se recolecto la cascara de Tuna y se llevó a un proceso de secado en la estufa a 50 °C por 12 a 16 horas. Luego se procedió a la molienda (1 – 2 mm) y envasado de la harina de cascara de tuna.

Análisis de la composición química y capacidad antioxidante de la cascara de tuna

La harina de cascara de tuna, se llevó al laboratorio de la unidad de servicios de análisis químico – UNMSM, para determinar la composición nutricional (análisis Proximal), que nos permitió conocer los nutrientes y así se hizo la formulación de la dieta según los requerimientos del cuy.

En cuanto a las características fisicoquímico y actividad antioxidante de la harina de cascara de tuna se determinó en el laboratorio de alimentos en la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentaria y Ambiental – UNJFSC, cuya información se presenta en la tabla 6.

Tabla 6

Composición proximal, fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la harina de la cascara de tuna.

Composición proximal de la harina de la cascara de tuna	
Proteína total (%)	8,33
Aceite y grasas (%)	0,83
Fibra (%)	60,83
Cenizas (%)	10,00
Carbohidratos (%)	18,00
Humedad	2,00
Cenizas	10,00
Capacidad antioxidante de la harina de la cascara de tuna	
DPPH-Q (uMol DPPH/g)	72,81±4,56
FRAP-Q (uMol Equiv. Trolox/g)	688,94±34,01
Polifenoles totales (mg Equiv. Ac. Gálico/g cáscara fresca)	24,89±1,12
Betalainas Totales (mg/100 g)	5,37±0,03
Composición fisicoquímica de la harina de la cascara de tuna	
pH	5,48±0,02
Solidos solubles (% , °Brix)	7,02±0,03
Humedad (% base húmeda)	87,45 ±2,41
Colorimetría de la harina de la cascara de tuna	
Color (CIEL*a*b*)	
L*	23,37±0,03
a*	33,07±0,07
b*	15,50±0,01

Fuente: Unidad de Servicios de Análisis Químico - UNMSM (2022) - Laboratorio de alimentos - UNJFSC (2022)

Formulación de la ración

Se hizo la formulación de la ración teniendo en cuenta los insumos: maíz amarillo, afrecho de trigo, torta de soya, cloruro de colina, fosfato di cálcico, carbonato de calcio, sal común y otros, se adiciono la harina de cascara de tuna de acuerdo a los niveles establecidos, se hizo el mezclado y finalmente se hizo el peletizado para que el animal aproveche mejor el alimento.

Tabla 7*Formulación de la ración según tratamientos.*

ALIMENTOS	0%	5%	10%	15%
Maíz amarillo	7,58	7,64	8,04	8,35
Afrecho de trigo	66,37	60,57	54,06	48,22
Torta de soya 44%	14,62	13,37	11,94	10,65
Fosfato di cálcico	1,43	1,30	1,24	1,18
Harina de algodón	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloruro colina 60%	0,00	0,00	0,00	0,00
Vitamina c	0,02	0,02	0,02	0,01
Carbonato de calcio	1,06	1,14	1,17	1,04
Sal común	0,36	0,33	0,33	0,29
Premix de cuyes r y d	0,50	0,46	0,41	0,36
DI-metionina 99%	0,00	0,00	0,00	0,00
Natural grow 40	0,60	0,55	0,49	0,44
Harina de tuna	0,00	5,01	10,00	15,00
Soya integral	0,00	2,82	6,24	9,04
Hna alfalfa desh. 17%	2,66	2,43	2,17	1,93
Melaza caña azúcar	4,79	4,37	3,90	3,48
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

Nota: Elaboración propia

Tabla 8*Composición nutricional del alimento en balanceado según tratamiento*

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL					
		0%	5%	10%	15%
Materia seca	%	88	89	89	90
E.D cuyes	Kcal/kg	2800	2800	2800	2800
Proteína c.	%	18	18	18	18
Fibra cruda	%	10	13	15	17
Ext. etereo	%	2,5	2,92	3,47	3,90
Calcio	%	0,9	0,90	0,90	0,90
Fosf. disp.	%	0,6	0,60	0,60	0,60
Sodio	%	0,2	0,20	0,20	0,20
Lisina	%	0,9	0,86	0,77	0,69
Metionina	%	0,2	0,15	0,13	0,12
Vit. C	%	0,0	0,02	0,02	0,01

Nota: Elaboración propia

Control de los parámetros productivos

Se hizo la recepción de un total de 96 cuyes de la raza Perú, machos destetados (18 ± 4 días) con pesos de 250 – 350 g.

-Consumo de alimento de manera diaria:

Se suministró el alimento todos los días en horas de la mañana (8:00 am). Previamente se hizo el pesaje del alimento teniendo en cuenta el consumo de alimento por animal (30 g por animal en la etapa de recría y 40 g por animal en la etapa de engorde) y se pesó el alimento sobrante.

Para determinar se tuvo en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{alimento ofrecido} - \text{alimento sobrante}$$

-Ganancia de peso de los cuyes semanal:

Los pesajes se realizaron semanalmente para observar la ganancia de peso, utilizando una balanza gramera de 5 kg con una precisión de 1g.

Para determinar se tuvo en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Ganancia de peso (g/d)} = \text{peso final} - \text{peso inicia}$$

-Conversión alimenticia semanal:

Teniendo los datos de consumo de alimento y ganancia de peso se pudo determinar conversión alimenticia.

Para determinar se tuvo en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{consumo de alimento}}{\text{ganancia de peso}}$$

-Rendimiento de carcasa:

Al alcanzar el peso de sacrificio a las 8 semanas, se realizó el peso vivo de los animales y luego fueron beneficiados, para determinar rendimiento de carcasa. Para el beneficio de los cuyes se contó con un lugar adecuado que garantice la calidad del producto. (Fernández, 2007) menciona que el beneficio del cuy debe hacerse de tal forma que la carcasa conserve el sabor y presentación de un producto de calidad.

Los pasos que se siguió para el beneficio fueron según: (Fernández, 2007 y montes, 2012)

- Antes de beneficiar a los cuyes estos deben pasar por un ayuno de al menos 12 horas para evitar la acumulación excesiva de alimento en la cavidad intestinal.

- Seguidamente se hace un corte a la altura de cuello en la yugular y en los vasos sanguíneos para que facilitar la salida de sangre, se cuelga al cuy de las extremidades posteriores para el desangrado total.
- Una vez que el animal ha sido desangrado se sumergió en agua caliente, a una temperatura de entre 40 a 70 °C y la inmersión dure unos 10 a 15 minutos para favorecer el retiro del pelo. Se hizo el lavado con abundante agua para retirar los restos de sangre y pelo del animal.
- Se realizó un corte longitudinal con cuidado de no dañar los intestinos para no dañar la carne. Una vez realizado este paso se deberá extraer las vísceras.
- Este último lavado se debe realizar con a temperatura ambiente para eliminar los residuos de sangre y pelo.
- Finalmente se hace el pesado de la carcasa.

Costo/beneficio:

Una vez finalizado la etapa experimental, se determinó los gastos incurridos en la alimentación de cuyes en la etapa de recría y acabado.

Determinación de la composición química de la carne (análisis proximal)

Se realizó mediante el análisis proximal en el laboratorio de la unidad de servicios de análisis químico – UNMSM, donde se evaluarán los componentes de la carne, esto son: proteína, fibra, carbohidratos, humedad, cenizas, aceites y grasas.

Determinación de las características sensoriales:

Se realizó en la granja RyD, con personas/panelistas conocedores y consumidores de la carne de cuy, para la evaluación sensorial de la carne de cuy, se utilizó el método de análisis comparativo con escalas hedónicas: de 1 a 5 puntos para los atributos color, olor, sabor y textura (Espinoza, 2014).

Se utilizaron 12 panelistas cuyo requisito es estar familiarizados en el consumo de la carne de cuy, que también les impartió una capacitación para que siguieran un proceso sistemático de cómo hacer la evaluación de la carne.

- Para realizar la evaluación se realizó los cortes de la carne, que serían las muestras de carne del cuy por cada tratamiento y repetición, para luego someterlo al cocido. El

tiempo de cocción fue el mismo para todas las muestras (10 minutos), no se les colocó ningún tipo de condimento.

- Seguidamente se le colocó en platos cada muestra de carne debidamente identificada con los códigos asignados. También se puso servilletas y la ficha de evaluación.
- Los panelistas evaluaron los atributos de sabor, color, olor y textura a quienes se les entregó una ficha de evaluación sensorial de la carne de cuy, finalizando con la firma y entrega de los resultados de cada panelista.

Determinación de capacidad antioxidante total

La determinación de la capacidad antioxidante total se realizó en el laboratorio de Alimentos en la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentaria y Ambiental – UNJFSC. La carne de cuy se procedió a molienda y tamizado en malla de 0.05 mm, para luego pesarlo en una balanza semimicro.

Se determinó capacidad antioxidante con el método DPPH y FRAP. También se hizo la cuantificación de los polifenoles totales bajo el método FOLIN.

- Método directo DPPH-Quencher

El método QUENCHER (QUICK, Easy, New, CHEap y Reproducible) es un ensayo directo (no requiere extracción con solventes) que se basa en la reacción sólido-líquido, permitiendo la cuantificación de antioxidantes solubles y/o insolubles la evaluación de capacidad antioxidante total de la muestra. Para la capacidad antioxidante por el método directo QUENCHER fue seguido lo propuesto por Condezo-Hoyos, Abderrahim, Arriba, and Gonzalez (2015).

Donde resumidamente se pesa aproximadamente 1 mg de muestra finamente molida y se mezcla con 1 mL de DPPH (100 $\mu\text{mol L}^{-1}$ disuelto en metanol 1: 1/10 mmol L⁻¹ Tris-HCl buffer pH 7,5), se agita con un agitador de microtubos (Benchmixer, benchmarck, BV1010, USA) a 800 rpm durante 30 minutos a temperatura ambiente bajo condiciones de oscuridad (cubrir muestras papel aluminio). Luego las muestras son centrifugadas a 10000 g durante 20 minutos a una temperatura de 4°C (HERMLE, Z216 MK, labortechnik gmbh, wehingen, Alemania), se transfirieron 200 μL de los sobrenadantes a cada pocillo de una microplaca de 96 pocillos. La absorbancia se midió a 520 nm empleando un lector de microplacas synergy HTX multi-modal (Biotek, rochester, VT, USA). La capacidad antioxidante total se calcula a partir del su índice de capacidad de secuestro y se expresa en mMol equivalente trolox/g de muestra.

- **Método directo FRAP-Quencher**

La capacidad antioxidante de la carne de cuy se evaluó como su poder antioxidante reductor férrico (FRAP), siguiendo el método directo descrito por Serpen, Gökmen y Fogliano (2012) pero adaptado para un lector de microplacas.

Se pesa aproximadamente 1 mg de muestra en una balanza semimicro (RADWAG, AS 82/220.X2, USA). El volumen de reacción fue de 1 mL, la capacidad antioxidante se expresó como μmol equivalentes de Trolox por g de muestra (μmol Trolox eq.)/g, utilizando curvas de calibración con ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2 carboxílico (Trolox) en el rango 0-300 μM .

Determinación de polifenoles

El análisis se realizó conforme a la reacción colorimétrica de Folin-Ciocalteu, también llamado método de equivalencia de ácido gálico (GAE), se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 760 nm, siguiendo la metodología propuesta por Magalhães et al. (2010) pero adaptado para un método directo sin extracción empleando una microplacas de 96 pocillos y lectora multimodal synergy HTX multi-modal (Biotek, rochester, VT, USA), los análisis se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en mg de Acido gálico equivalentes/g.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos obtenidos se recolectaron en una hoja de cálculo de excel, donde cumplieron los criterios de normalidad e igualdad de varianzas, fueron analizados los datos con el programa "R", el análisis ANOVA donde se utilizó el diseño estadístico completamente al azar (DCA), y la prueba de TUCKEY para determinar las diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Rendimiento productivo del cuy

En cuanto a los resultados mostrados en el rendimiento productivo, tanto peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. No obstante, el tratamiento T1 (5%), existe una tendencia a lograr mejores valores de peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia. Asimismo, T1 (5%) presenta un 3,27 de conversión alimenticia, seguido por el tratamiento T2 (10%) con una conversión alimenticia de 3,31. Tal cómo se observa en la tabla 9.

Tabla 9

Efecto de la cáscara de tuna en el rendimiento productivo del cuy.

Característica	T ₀ (0%)	T ₁ (5%)	T ₂ (10%)	T ₃ (15%)	Valor P
Peso final	1009,38±19,58	1067,90±61,00	1061,70±84,90	1034,00±54,20	0,509
Ganancia de peso	664,80±32,90	739,00±47,60	732,30±87,50	704,80±40,50	0,281
Consumo MS total	2387,10±40,40	2410,30±88,20	2398,70±76,90	2385,90±91,40	0,965
Conversión alimenticia	3,60±0,16	3,27±0,13	3,31±0,34	3,36±0,14	0,174

($p > 0,05$) no presentan diferencias significativas; los datos corresponden a media y desviación estándar ($\bar{x} \pm d. e.$).

4.2 Rendimiento de carcasa del cuy

En cuanto al rendimiento de carcasa podemos ver que no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) en las características de carcasa. Sin embargo, el tratamiento T3 (15%) y T1 (5%) presenta el rendimiento de carcasa con valor de 69,71% y 69,17% respectivamente. Tal como se observa en la tabla 10.

Tabla 10

Efecto de la cáscara de tuna en las características de la carcasa del cuy (Promedio \pm DE)

Característica	T ₀ (0%)	T ₁ (5%)	T ₂ (10%)	T ₃ (15%)	Valor P
Peso final, g	1072,50±64,40	1132,50±83,41	1095,30±56,20	1098,80±43,70	0,624
Carcasa, g	733,80±40,30	783,80±66,60	747,50±47,30	766,30±41,30	0,537
Rendimiento, %	68,43±0,43	69,17±1,09	68,24±1,96	69,71±1,34	0,405

($p > 0,05$) no presentan diferencias significativas, los datos corresponden a media y desviación estándar ($\bar{x} \pm d. e.$).

4.3 Costo/beneficio en cuyes.

Al evaluar el indicador costo/beneficio, se reportan las siguientes respuestas económicas en los tratamientos T1 (0%), T2 (10%) y T3 (15%) presentan menor costo/beneficio (S/ 1,07) en comparación con el tratamiento T1 (5%) donde presenta (S/ 1,08), teniendo una diferencia de (S/ 0,01) eso nos indica que los ingresos son mayores que los egresos, por lo tanto el beneficio es mayor, tal como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Análisis costo/beneficio de cuyes alimentados con harina de cascara de tuna.

Variable	N°	T ₀ (0%)	T ₁ (5%)	T ₂ (10%)	T ₃ (15%)
Costo de animales	1	S/360.00	S/360.00	S/360.00	S/360.00
Costo de forraje	2	S/40.48	S/40.69	S/39.51	S/39.29
Costo de balanceado	3	S/73.07	S/72.63	S/74.78	S/75.09
Sanidad	4	S/10.00	S/10.00	S/10.00	S/10.00
Servicios	5	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00
Total de Egresos		S/513.55	S/513.32	S/514.29	S/514.37
Venta de animales		S/552.00	S/552.00	S/552.00	S/552.00
Total de Ingresos		S/552.00	S/552.00	S/552.00	S/552.00
C/B		S/1.07	S/1.08	S/1.07	S/1.07

1:Costo de Animales (S/15.0*24= S/360)

2:Costo Kg del Balanceado:

TO=(S/1,78*71,29kg= S/73,07)

T1=(S/1,76*70,87kg= S/72,63)

T2=(S/1,75*73,03kg= S/74,78)

T3=(S/1,73*73,36kg= S/75,09)

3:Costo Kg del Forraje:

TO=(S/0.15*269,88kg= S/40,48)

T1=(S/0.15*271,29kg= S/40,69)

T2=(S/0.15*263,40kg= S/39,51)

T3=(S/0.15*261,90kg= S/39,29)

5: Costo Sanidad S/ 10,0

6: Costo de servicio S/ 30,0

7: Venta de cuy S/ 23,0

Nota: Elaboración propia

En la tabla 12 se puede observar el costo unitario del cuy, que reporta los siguientes resultados para el T0 (0%) con un costo de S/ 6,76, T1 (5%) con un costo de S/ 6,75, T2 (10%) con un costo de S/ 6,80 y T3 (15%) un costo de S/ 6,81.

Tabla 12*Costo unitario de cuyes alimentados con harina de cascara de tuna.*

COSTOS	Unidad	T₀ (0%)	T₁ (5%)	T₂ (10%)	T₃ (15%)
Cuyes destetados	Cuyes	24	24	24	24
Días de consumo	Días	60	60	60	60
Consumo Total de Concentrado	Kg	71,29	70,87	73,03	73,36
Costo del Concentrado	Kg.	S/1,78	S/1,76	S/1,75	S/1,73
Costo Total del concentrado s/.	S/.	S/73,07	S/72,63	S/74,78	S/75,09
Consumo Total de Forraje	kg	269,88	271,29	263,40	261,90
Costo de Forraje	Kg.	S/0,15	S/0,15	S/0,15	S/0,15
Costo Total del Forraje	S/.	40,48	40,69	39,51	39,29
COSTO DE ALIMENTACION S/.		S/113,55	S/113,32	S/114,29	S/114,37
OTROS COSTOS		S/48,67	S/48,57	S/48,98	S/49,02
TOTAL		S/162,22	S/161,89	S/163,27	S/163,39
COSTO POR CUY S/.		S/6,76	S/6,75	S/6,80	S/6,81

Nota: Elaboración propia

4.4 Características sensoriales de la carne de cuy.

De los resultados mostrados todos los atributos evaluados presentan diferencias significativas ($p < 0,001$) en los tratamientos. Tal como indica en la tabla 13.

Tabla 13*Características sensoriales evaluadas en la carne de cuy - ANOVA de un factor (Fisher)*

	F	gl1	gl2	p
Olor	12,6	3	12	< .001
Color	15,9	3	12	< .001
Sabor	15,7	3	12	< .001
Textura	14,3	3	12	< .001
Aceptabilidad	33,1	3	12	< .001

(p<0,001) presentan diferencias significativas.

Como se puede ver en la figura 3, tenemos una escala de 1 a 5 y vemos que el T3 (15%), presenta mayor atributo en el sabor, olor, color, textura y aceptabilidad global. En cuanto el T0 control (0%) es el que presenta menor atributos en cuanto al color, sabor, olor, textura y aceptabilidad global. Por otro lado debemos resaltar que el T1 (5%), T2 (10%) y T3 (15%) presentan mayor atributo de sabor.

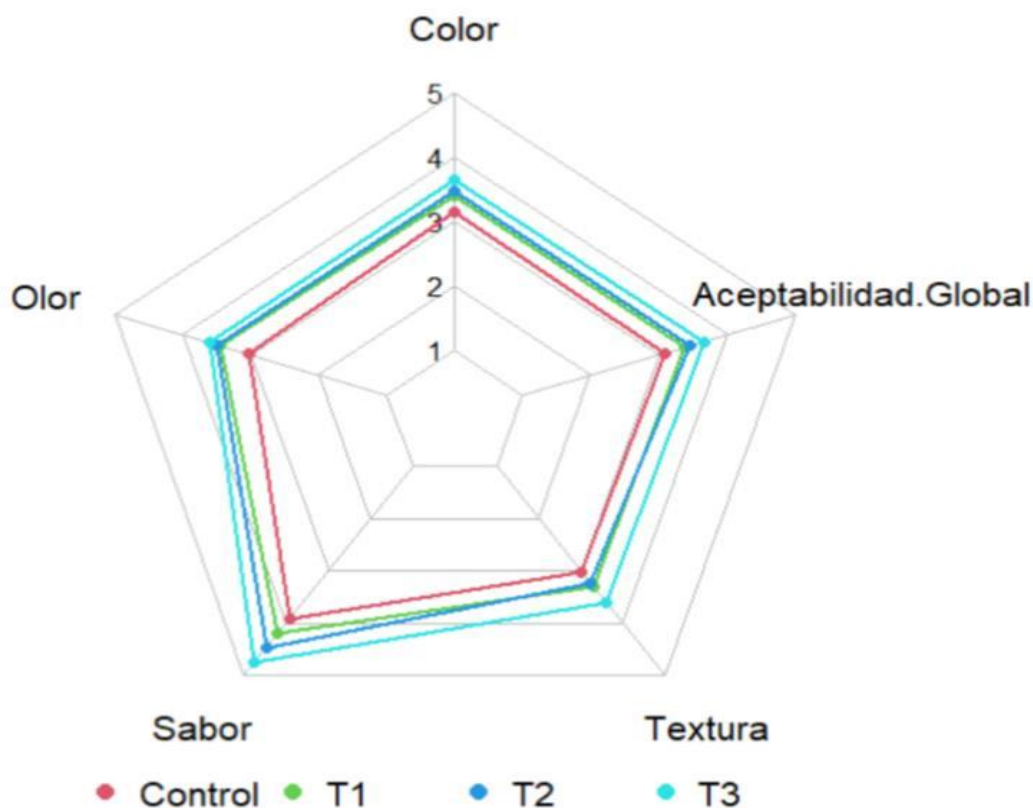


Figura 3. Resultado de la evaluación sensorial de la carne de cuy alimentados con dietas donde incluye harina de cascara de tuna.

4.5 Composición química, pH y color de la carne de cuy alimentados con cáscara de tuna

Del análisis proximal en la carne de cuy (base húmeda) los resultados en promedio se obtuvieron que el tratamiento que mostro mayor porcentaje de humedad fue T2(10%) con 68,63%, seguido por T3(15%) con 68,24%, en cuanto a la proteína presento la mayor cantidad fue el T1(5%) con 25,23% seguido del T0(0%) con 25,04%, para el caso del extracto etéreo el tratamiento que presento mayor porcentaje fue el T2(10%) con 5.75% seguido del T0(0%) con 4,99%. Tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Composición química, carne de cuyes (base húmeda) alimentados con harina de cáscara de tuna.

Parámetros	Tratamientos			
	T0 (0%)	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
Humedad	67,81	67,82	68,63	68,24
Proteína total	25,04	25,23	24,02	24,87
Grasa	4,99	4,94	5,75	4,86
Fibra	0,02	0,02	0,02	0,03
Cenizas	1,99	1,87	1,47	1,85
Carbohidratos	0,13	0,15	0,11	0,15

Fuente: Unidad de Servicios de Análisis Químico - UNMSM (2022)

En cuanto al pH de la carne e hígado del cuy, no se encontró diferencias significativas. En los parámetros colorimétricos, no se observa diferencias significativas, aunque se ve un ligero cambio en la luminosidad (L*) del hígado, pero no llega a ser estadísticamente significativo, tal como indica la tabla 15.

Tabla 15

pH y color de la carne de cuyes (base húmeda) alimentados con harina de cáscara de tuna.

pH Carne	6,03±0,09	5,99±0,15	5,95±0,17	6,13±0,03	0,281
pH hígado	5,71±0,11	5,68±0,06	5,66±0,07	5,63±0,09	0,634
Color carne (CIEL*a*b*)					
L*	47,54±1,41	46,99±1,97	47,47±2,61	46,81±3,86	0,973
a*	11,09±1,68	10,88±1,66	10,55±1,03	10,80±2,00	0,973
b*	6,01±0,90	5,33±0,88	4,91±0,89	5,29±0,86	0,408
C*	12,31±0,79	12,17±1,83	11,68±0,95	12,06±1,96	0,939
h°	29,92±4,60	26,73±2,46	25,14±4,97	26,33±4,65	0,466
Color hígado (CIEL*a*b*)					
L*	33,34±3,39	33,59±7,79	31,68±4,13	30,02±5,86	0,785
a*	9,87±1,63	11,71±1,75	11,04±0,29	11,29±2,00	0,424
b*	6,66±5,70	6,11±1,46	6,25±1,15	6,23±1,53	0,994
C*	12,65±3,07	13,26±2,11	12,73±0,53	12,99±1,86	0,975
h°	30,72±16,39	27,32±5,72	29,44±4,92	28,96±7,23	0,968

(p>0,05) no presentan diferencias significativas, los datos corresponden a media y desviación estándar ($\bar{x} \pm d. e.$).

4.6 Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales (base húmeda) en la carne de cuy alimentadas con cascara de tuna.

Los resultados en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidantes en la carne indican que hay diferencias significativas ($p < 0,05$), teniendo valores superiores en el tratamiento T3 (15%) con respecto a los otros tratamientos. En cuanto al hígado podemos ver que también presenta diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo el tratamiento T3 (15%) con mejor resultado. El hígado presenta mayor valor en comparación de la carne del cuy.

También se puede apreciar que la capacidad antioxidante evaluada por con el método FRAP-Q percibe una mayor diferencia entre el control y los tratamientos con las dietas suplementadas, tal como se muestra en la tabla 15.

Tabla 16

Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante (base húmeda) en la carne de los cuyes alimentados con harina de cascara de tuna (n=4/tratamiento)

Item	Tratamientos				Valor P
	T ₀ (0.0%)	T ₁ (5%)	T ₂ (10%)	T ₃ (15%)	
Carne					
CPT	36,86±4,55 ^c	41,20±4,43 ^{b,c}	50,25±898 ^{a,b}	57,46±5,06 ^a	0,002
DPPH-Q	10,29±1,18 ^{b,a}	12,51±1,34 ^{a,b}	13,29±1,92 ^{a,b}	14,57±1,53 ^a	0,012
FRAP-Q	30,40±5,05 ^c	37,29±2,52 ^c	49,93±6,23 ^b	68,36±6,90 ^a	< 0,0001
Hígado					
CPT	83,50±7,06 ^b	87,53±6,88 ^b	93,75±4,33 ^{a,b}	106,17±11,60 ^a	0,008
DPPH-Q	11,44±0,87 ^b	15,07±0,98 ^a	15,20±0,51 ^a	15,91±0,96 ^a	< 0,0001
FRAP-Q	36,53±2,57 ^c	46,61±2,54 ^b	55,49±1,76 ^a	57,80±4,38 ^a	< 0,0001

a, b, c = las letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa ($p < 0,05$); los datos corresponden a media y desviación estándar ($\bar{x} \pm d. e.$).

CPT= Contenido de polifenoles totales (mg Equiv. Ác. Gálico/g muestra fresca), DPPH-Q y FRAP-Q expresados en uMol Equiv. Trolox/g muestra fresca.

4.7 Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales (base seca) en la carne de cuy alimentadas con harina de cascara de tuna.

El contenido de los polifenoles totales, determinado por el método del CPT (fenol) nos indica que existe diferencias significativas ($p < 0,05$). Se mostro un incremento en la carne del cuy aquellos que consumieron 10 y 15% de harina de cascara de tuna en la ración. De igual forma vemos los resultados en el hígado del cuy donde hay un incremento presentándose de mayor valor en el tratamiento de 15%, es el que presenta mejores resultados en comparación con los otros tratamientos. Tal como se muestra en la figura 4.

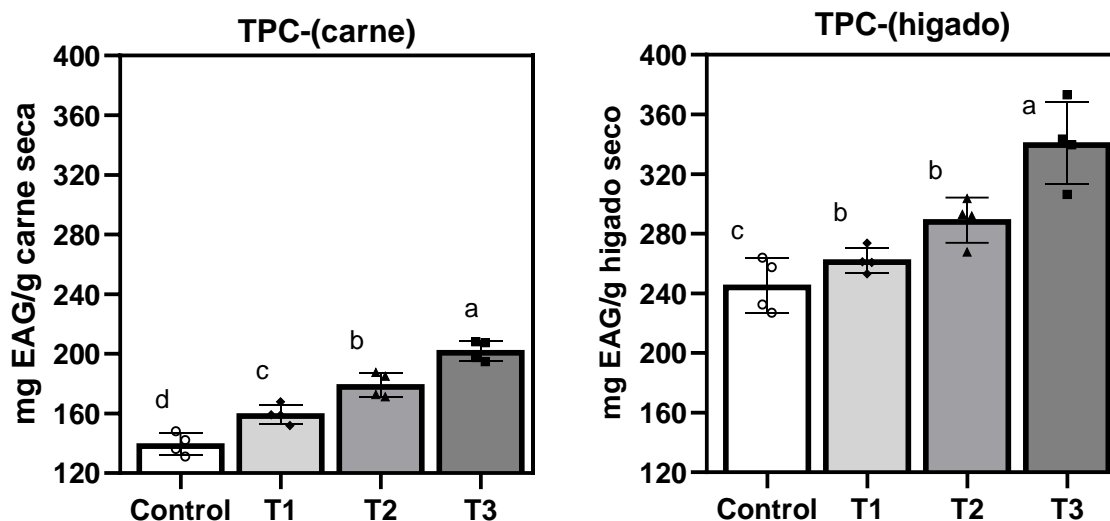


Figura 4. Resultado del contenido de polifenoles totales en la determinación de la actividad antioxidante en la carne e hígado.

Para la capacidad antioxidante con el método DPPH-Q se puede observar tanto en la carne como en el hígado existen diferencia significativa ($p < 0,05$) del tratamiento control T0 (0%) con respecto a los otros tratamientos. Donde el tratamiento T3 (15%) presenta mejor resultados. tal como se muestra en la figura 5.

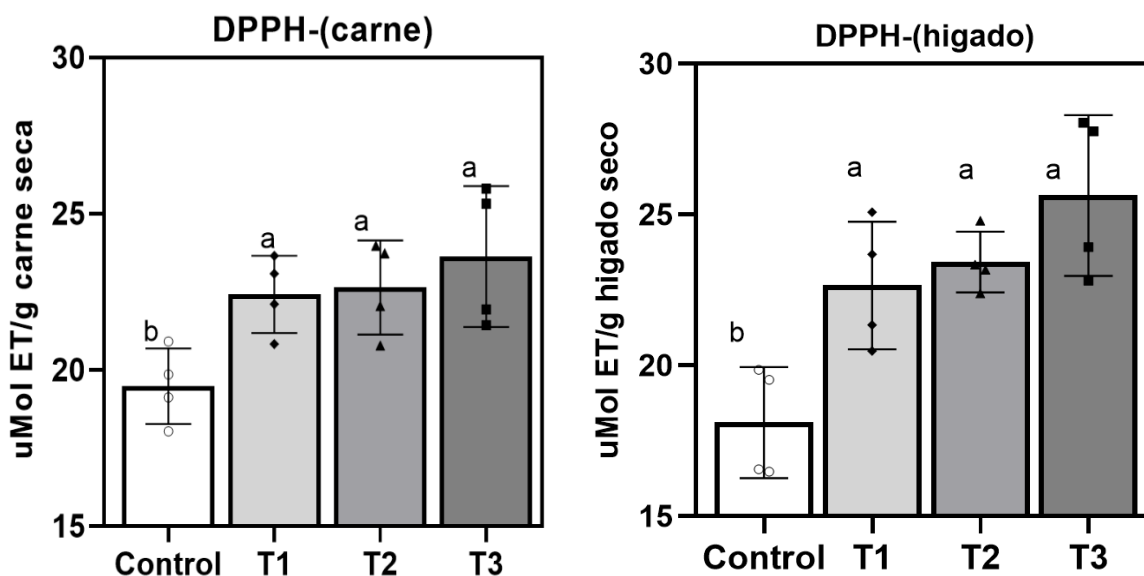


Figura 5. Resultado del método DPPH-Q en la determinación de la actividad antioxidante en la carne e hígado.

Para la capacidad antioxidante con el método de FRAP-Q, presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, tanto en la carne como en el hígado. El tratamiento T3 (15%), presenta mejor resultado, como se muestra en la figura 6.

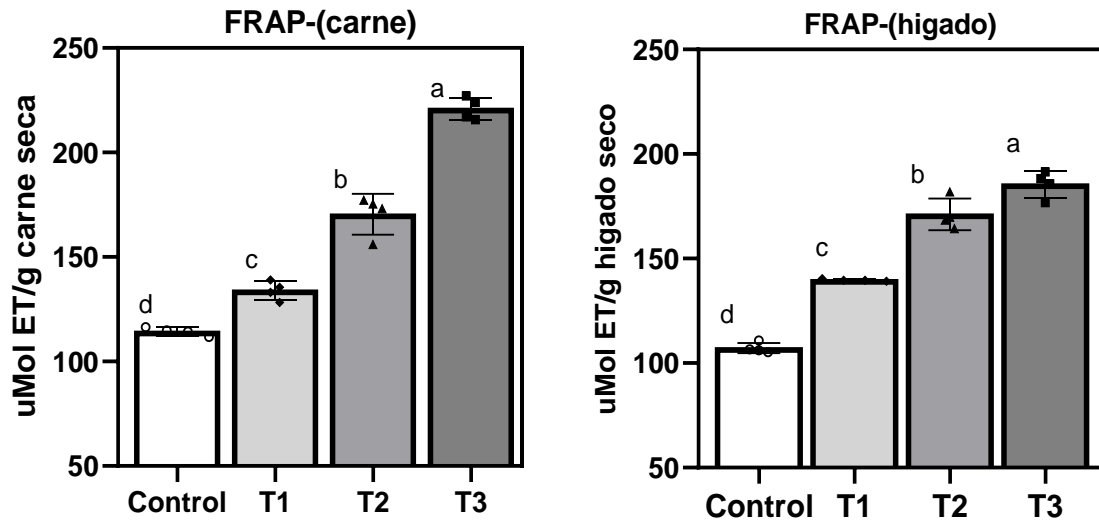


Figura 6. Resultado del método de FRAP-Q en la determinación de la actividad antioxidante en la carne e hígado.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En esta investigación se evaluó, el rendimiento productivo y calidad de carne en cuyes mediante la suplementación con harina de cascara de tuna en la dieta.

Rendimiento productivo: los parámetros de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia no presentaron diferencias significativa entre los tratamientos ($p>0,05$), mostrando resultados semejantes a Gomez (2020) donde los estudios de bloques nutricionales con adición de subproductos harina de alfalfa, harina de tuna y deshechos de mercado en la alimentación en cuyes, no encontró diferencia significativas entre tratamientos, teniendo la mejor conversión alimenticia de bloques con deshechos de cocina. Del mismo modo Suarez (2020) en los estudios realizado en pollos de engorde que fueron alimentados con harina de hojas de tuna con niveles de 0, 2, 4 y 6%, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, Caiza (2020) en su investigación desarrollada con bloques nutricionales con harina de hojas de tuna con niveles (0%, 7%, 9%, 11% y 15%) en cuyes mostro resultados con diferencias significativas entre tratamientos, en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y para conversión alimenticia el nivel con 7% fue el más eficiente.

Rendimiento de carcasa: en la presente investigación, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, pero el nivel mayor (15%) presenta mayor rendimiento de carcasa teniendo un 69.71% mostrando resultados semejantes a Suarez (2020) en los estudios realizado en pollos de engorde que fueron alimentados con harina de hojas de Tuna donde el mayor rendimiento de carcasa fue en el nivel 2% de harina de hojas de tuna con el 72,79 %.

Costo/beneficio del presente trabajo de investigación el indicador costo/beneficio, presentaron un valor similar de S/ 1,07 para los tratamientos T1 (0%), T2 (10%) y T3 (15%) en comparación con el tratamiento T1 (5%) que presenta mejor costo/beneficio con S/ 1,08. Asimismo, Caiza (2020) en su investigación desarrollada con bloques nutricionales con harina de hojas de tuna con niveles al 0%, 7%, 9%, 11% y 15%, donde presento mejor beneficio/costo fue con un nivel de 7% y 11%. En otra investigación reportada de Gomez (2020) donde los estudios de bloques nutricionales con adición de subproductos harina de

alfalfa, harina de tuna, deshechos de mercado, donde presento mejor beneficio/costo la adición de harina de alfalfa en comparación de los otros tratamientos.

Características sensoriales de la carne de cuy: en la presente investigación los resultados presentan diferencias significativas, lo que indica que la adición en la alimentación de los cuyes con harina de cascara de tuna influye en la percepción sensorial. La carne del cuy con el nivel de 15%, presenta mayor atributo en el sabor, olor, color, textura y aceptabilidad global. Asimismo, los tratamientos T1 (5%), T2 (10%) y T3 (15%) presentan mayor atributo en el sabor. Por lo tanto, Guevara (2019) nos dice que la calidad sensorial u organoléptica es un componente muy importante pero subjetivo, ya que varía en el tiempo y en el espacio, y depende de los sentidos de los individuos.

Composición química de la carne de cuy (base húmeda): en la presente investigación los resultados en las características químicas en la carne de cuy (base húmeda) se obtuvo que el tratamiento que mostro mayor porcentaje de humedad fue T2(10%) con 68,63%, seguido por T3(15%) con 68,24%, en cuanto a la proteína presento la mayor cantidad fue el T1(5%) con 25,23% seguido del T0(0%) con 25,04%, para el caso del extracto etéreo el tratamiento que presento mayor porcentaje fue el T2(10%) con 5.75% seguido del T0(0%) con 4,99%. Así mismo Guevara et al. (2016) realizo un experimento donde buscaba mejorar la calidad de la carne del cuy con la suplementación de prebióticos naturales (inulina). Los resultados de la cantidad de proteína y las concentraciones de prebiótico evaluadas fueron las siguientes 18,20% con T3, 17,50% con T4 y 16,60% bajo T5. Sin embargo Enríquez (2019) encontraron diferencias numéricas donde la proteína mostro que el tratamiento que presento la mayor cantidad fue el T1 (21,76%) seguido del T3 (19,72%), para el caso del extracto etéreo el tratamiento que presento mayor porcentaje fue el T3 (10,01%) seguido del T1 (9,56%). Asimismo investigaciones presentadas de (Alirezalu et al., 2022; Perna et al., 2019; Larrea, 2022) donde probaron diferentes insumos con respecto a las características químicas de la carne donde no encontraron diferencias significativas. Aceijas (2014) menciona que el contenido de proteína y de la grasa de la carne estuvo influenciado por el tipo de alimento siendo mayores en los que consumieron mixto, el contenido de proteína no fue afectado por el sexo.

pH y colorimetría de la carne de cuy (base húmeda): en la presente investigación el pH de la carne e hígado del cuy no se encontró diferencias significativas, resultados similares se encontró en Tavares et al. (2022) donde también no presenta diferencias significativas en el pH de la carne. Igualmente, Aceijas (2014) menciona que el tipo de alimento y sexo no presenta diferencias significativas en el contenido de ácido oleico, aporte energético, contenido de cenizas, ni el pH de la carne, aunque la de los cuyes que recibieron mixto y balanceado fueron ligeramente superiores.

En cuanto a los parámetros colorimétricos no presentan diferencias significativa ($p > 0,05$) aunque se observa un ligero cambio en la luminocidad (L^*) del hígado. Sin embargo a diferencia de (Ferreira et. al., 2021; Tavares et. al., 2022) presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) y se observó un efecto lineal de la carne en los niveles de semillas de maracuyá sobre L^* , a^* y b^* . Asimismo, Perna et al. (2019) menciona que los valores son significativamente más altos de luminosidad (L^*) y enrojecimiento (a^*), contenido de vitamina A y vitamina E y estabilidad oxidativa, en comparación con la carne con dieta control.

Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante (en base húmeda): en la presente investigación los resultados obtenidos con la dieta incluido harina de cascara de tuna presentó diferencias significativas ($p < 0.01$) en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante y que fueron medidos por los métodos directos CPT, DPPH y FRAP estos resultados concuerdan con otros estudios realizados en conejos que fueron alimentados con dietas que incluían harina hojas de brócoli (Perna et al., 2019) y frutos de goji (Menchetti et al., 2020).

Sobre el contenido de polifenoles totales con una dieta control en el cuy presenta de 36.86 mg Equiv. Ác. Gálico/g en la carne y 83.50 mg Equiv. Ác. Gálico/g en el hígado, estos valores superan a la carne de conejo reportado por (Ferreira et al., 2021; Menchetti et al., 2020; Tavares et al., 2022), a la carne de pollo (Alirezalu et al., 2022; Sohaib et al., 2015) y a la carne de cerdo Araújo et al. (2021).

Con respecto a la capacidad antioxidante de la carne de cuy por el método directo DPPH se obtuvo valores de 10.29 y 11.44 $\mu\text{Mol Equiv. Trolox/g}$ en la carne muscular y en el hígado respectivamente, estos resultados son algo menos que en las carnes de pollo, cerdo y de res reportados por Serpen et al. (2012). La capacidad antioxidante medida por el método directo FRAP resultado de 30.40 y 36.53 $\mu\text{Mol Equiv. Trolox/g}$ en la carne muscular y en el hígado respectivamente, estos valores fueron más elevados que las carnes de pollo, cerdo y de res

reportados por Serpen et al., (2012). Estos resultados nos sugieren que la carne de cuy provee un potencial antioxidante como para reforzar que es un alimento funcional, así mismo de los dos métodos empleados para medir la capacidad antioxidante el método FRAP resulta con mejores comparaciones y se puede usar en la carne de cuy.

La comparación con la dieta control mostraron que los polifenoles totales aumentaron hasta un 55.89% en la carne y 27.15% en el hígado, la capacidad antioxidante medida por el método directo DPPH aumento en 41.64 % en la carne y un 38.99% en el hígado, y la capacidad antioxidante medida por el método directo FRAP indico un aumento de 24.87% en la carne muscular y un 58.25% en el hígado. El contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante en la carne de cuy que fueron alimentados con cascara de tuna exponen resultados indicando que la dieta suministrada fue suficiente para promover el aumento del potencial antioxidante y de la actividad antioxidante total en la carne, esto indicaría que la cascara de tuna provee sustancias bioactivos que pueden ser absorbidos por el tracto intestinal y metabolizados en varios órganos (Tavares et al., 2022), incluido el hígado y los músculos. El efecto de mejorar la calidad de la carne de los animales de granja con la suplementación de sub productos agroindustriales se sustenta en que estos son ricos en compuestos fenólicos que se depositan en los músculos donde inhiben el estrés oxidativo y mejoran el estado antioxidante en el tejido de estos animales (Perna et al., 2019).

Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante (en base seca): en la presente investigación los resultados obtenidos con la dieta incluido harina de cascara de tuna presentó diferencias significativas tanto en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante. En el contenido de polifenoles totales, por el efecto de adicionar a la dieta con harina de cascara de tuna se aprecia que este contenido aumenta conforme se aumenta la ración presentando diferencia significativa entre el control y entre todos los tratamientos.

La similitud de los resultados entre las determinaciones con la humedad en la carne del cuy en base seca y en base húmeda se sustenta en que no hay diferencia significativa ($p=0.264$) (ver tabla 14), es decir que la inclusión de la harina de cascara de tuna no influye en la humedad de la carne.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se establecieron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

6.1 Conclusiones

- Los cuyes alimentados con harina de cascara de tuna no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia.
- Los cuyes alimentados con harina de cascara de tuna no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al rendimiento de carcasa.
- En cuanto a costo/beneficio la inclusión de harina de cascara de tuna al 5% presenta mejor costo/beneficio con S/ 1,08 eso nos indica que los ingresos son mayores que los egresos, por lo tanto, el beneficio es mayor.
- En cuanto a las características sensoriales de la carne de cuy, el nivel de inclusión de la harina de cascara de tuna (15%) mejoro la percepción sensorial en el sabor, olor, color, textura y aceptabilidad global.
- En la composición química de la carne de cuy (base húmeda) valores mayores fueron para humedad T2(10%) con 68,63%, proteína para el T1(5%) con 25,23% extracto etéreo el T2(10%) con 5.75%. Con respecto a los parámetros colorimétricos y el pH de la carne e hígado del cuy no hay diferencias significativas.
- En el contenido de polifenoles totales y capacidad en la carne de cuy alimentadas con dietas que incluían harina de cascara de tuna, presentan diferencias significativas tanto en la carne como en el hígado. El contenido aumenta conforme se aumenta los niveles de inclusión en la ración presentando diferencia significativa entre el control y los tratamientos.

6.2 Recomendaciones

- Realizar estudios con niveles de inclusión de harina de cascara de tuna para obtener diferencias más claras en cuanto a los parámetros productivos y composición química.
- Utilizar la harina de cascara de tuna como un insumo no tradicional para mejorar la calidad de carne en cuanto a características sensoriales y capacidad antioxidante.
- Motivar a la comunidad estudiantil a que se siga investigando sobre las bondades de los insumos no tradicionales.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceijas P. (2014) *Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (cavia porcellus) en Cajamarca*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1953/TESIS%20DOCTORAL%20ACEIJAS%20PAJARES%20LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alirezalu, K., Moazami-Goodarzi, A. H., Roufegarinejad, L., Yaghoubi, M., & Lorenzo, J. M. (2022). Combined effects of calcium-alginate coating and Artemisia fragrance essential oil on chicken breast meat quality. *Food Science & Nutrition*, 10(8), 2505-2515. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2856>
- Álvarez Parma, B. (2007). *Análisis de factibilidad del cultivo de la tuna en la localidad de Icaño, departamento la Paz*. <https://pdfcookie.com/documents/19-analisis-de-factibilidad-del-cultivo-de-la-tuna-en-la-localidad-de-icaño-e3lkgoeqkq2k>.
- Araújo, L. R. S., Watanabe, P. H., Fernandes, D. R., Maia, I. R. de O., Silva, E. C. da, Pinheiro, R. R. S., Melo, M. C. A. de, Santos, E. O. dos, Owen, R. W., Trevisan, M. T. S., & Freitas, E. R. (2021). Dietary ethanol extract of mango increases antioxidant activity of pork. *Animal*, 15(2), 100099. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100099>
- Atacusi Quispe, S. (2015) *Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. Arequipa, Perú: Cáritas del Perú.
- Bennzie, I.F., & Strain, J.J. (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*. 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Bernal Velarde, C. A., y Tunqui Garcia, M.K. (2020). *Capacidad antioxidante del extracto de los frutos liofilizados de la Opuntia ficus-indica ‘Tuna roja, naranja y verde’, Arequipa-2019*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9934>
- Caiza Llumitsig, E. (2020). *Utilización de bloques nutricionales con cuatro niveles de inclusión (7, 9, 11, 15 %) de harina de hoja de nopal (Opuntia sp.) en la alimentación de cuyes de engorde*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7010/1/PC-000979.pdf>.

- Carballo, B. y López, G. (1991) *Manual de bioquímica y tecnología de la carne*. Servicio de Investigación Agraria de la junta de extremadura. Editorial A. Madrid Vicente. Madrid – España. p 171.
- Carduza, F., Grigioni, G., y Irueta, M. (2002). *Evaluación organoléptica de calidad en carne a pedido del consumidor*. Instituto Tecnología de Alimentos, INTA Castelar, 1-6.
https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/65_evaluacion_organoleptica.pdf
- Caycedo, A. 2000. *Experiencias investigativas en la producción de cuyes, contribución al desarrollo técnico de la explotación*. 1ª Ed. Pasto-Colombia; Universidad de Nariño; 262 p.
- Chauca de Zaldivar, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*.
https://books.google.com.pe/books?id=VxLVzsZ5HWcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Chirinos Peinado, D. y Castro Bedriñana, J., (2008). *Manual de formulación de raciones balanceadas para animales*. Lima, Perú: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- Condezo-Hoyos L. A., Abderrahim F., Arriba S. M., Gonzalez M. C. (2015) Un ensayo novedoso, micro, rápido y directo para evaluar la capacidad antioxidante total de los alimentos sólidos. *Elsevier. Talanta* 138 (2015) 108-116.
<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.01.043>
- Enríquez M. (2019) *Evaluación de la calidad de la carne de cuy (Cavia porcellus) suplementada con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11520/Enriquez_m_k.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Espín, J. C., González-Sarriás, A., & Tomás-Barberán, F. A. (2017). The gut microbiota: A key factor in the therapeutic effects of (poly) phenols. *Biochemical pharmacology*, 139, 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2017.04.033>
- Espinoza J. (2014) *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria. Ministerio de Educación Superior de Cuba.
- Ferreira, A. C. S., Watanabe, P. H., Mendonça, I. B., Ferreira, J. L., Nogueira, B. D., Vieira, A. V., Pinheiro, R. R. S., Barros, T. C. R. S., Zampieri, L. A., Vieira, E. H. M., Gomes, T. R., Batista, A. S. M., Leite, S. C. B., & Freitas, E. R. (2021). Effects

- of passion fruit seed (*Passiflora edulis*) on performance, carcass traits, antioxidant activity, and meat quality of growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 275, 114888. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114888>
- Gil Santos, V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15, 1-2. <http://www.bioline.org.br/pdf?la07056>
- Gómez Calvopiña, B. (2020). *Utilización de bloques nutricionales con adición de subproductos de cosecha (alfalfa, harina de hoja de nopal y desechos de mercado), empleados en la alimentación de cuyes criollos (Cavia porcellus) en la fase de crecimiento y engorde*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7014>
- Guevara (2019) *Evaluación de la calidad de la carne de cuy (Cavia porcellus) suplementada con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11520?show=full>
- Guevara et al. (2016) Uso de la inulina en reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento sobre la calidad de la carne de cuy. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* Vol. 19, N° 2, 2016, págs. 69-75. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/13096/11621>
- Horcada, J. 2000. *Manual de calidad de carne de vacuno*. Instituto Técnico y de Gestión Ganadero S.A. Pamplona, España. P 112.
- Inglese, P., Jacobo, C., Nefzaoui, A y Sáenz, C. (2018). *Ecología del cultivo manejo y usos del nopal*. https://agroavances.com/img/publicacion_documentos/17628ES.pdf
- Instituto Tecnológico de la producción. (2019). *Desarrollan empaques biodegradables con cáscara de tuna y piña*. <https://www.gob.pe/institucion/itp/noticias/24689-moquegua-desarrollan-empaques-biodegradables-con-cascara-de-tuna-y-pina>
- Jamanca N. & Alfaro C. (2017) *Antioxidantes en los alimentos*. Editorial UNAB. Lima Perú. https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/17/NC_Antiox_Nicodemo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Koudoufio, M., Desjardins, Y., Feldman, F., Spahis, S., Delvin, E., & Levy, E. (2020). Insight into Polyphenol and Gut Microbiota Crosstalk: Are Their Metabolites the Key to Understand Protective Effects against Metabolic Disorders. *Antioxidants (Basel)*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/antiox9100982>

- Larrea H. (2022) *Efecto de dietas a base de forrajes arbustivos: chilca y eneldo en el rendimiento a la canal y características químicas de la carne de cuy*. (Tesis de pregrado). Universidad técnica de Ambato- facultad de ciencias agropecuarias. Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34723/1/Tesis%20203%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-%20Larrea%20Heras%20Ivette%20Gabriela.pdf>
- Magalhães, Santos, Segundo, Reis, Lima (2010) Metodología rápida de microplacas de alto rendimiento para la evaluación de la capacidad reductora de Folin-Ciocalteu. *Elsevier. Talanta* 83 (2010) 441-447. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.09.042>
- Medico B, A. M (2021) *Determinación de metales y de la capacidad antioxidante en tuna (opuntia ficus-indica mill): microbiota y salud*. Master en biotecnología y bioingeniería. Universidad Miguel Hernández de elche. España. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/25895/1/205%20MEDICO%20BEVIA%2C%20ANA%20MARIA-Memoria%20TFM.pdf>
- Menchetti, L., Brecchia, G., Branciari, R., Barbato, O., Fioretti, B., Codini, M., Bellezza, E., Trabalza-Marinucci, M., & Miraglia, D. (2020). The effect of Goji berries (*Lycium barbarum*) dietary supplementation on rabbit meat quality. *Meat Science*, 161, 108018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108018>
- Mithul Aravind, S., Wichienchot, S., Tsao, R., Ramakrishnan, S., & Chakkaravarthi, S. (2021). Role of dietary polyphenols on gut microbiota, their metabolites and health benefits. *Food Research International*, 142, 110189. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110189>
- Ordoñez et.al. (2019) Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao L.*), tuna (*Opuntia ficus indica mill*), uva (*Vitis vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Revista Scientia Agropecuaria* 10(2): 175 – 183 (2019). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7017363.pdf>
- Perna, A., Simonetti, A., Grassi, G., & Gambacorta, E. (2019). Effect of a cauliflower (*Brassica oleraceae var. Botrytis*) leaf powder-enriched diet on performance, carcass and meat characteristics of growing rabbit. *Meat Science*, 149, 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.013>
- Reyes (2018) *Efecto de la inclusión de orujos de uva secos en dietas de pollos broiler, sobre variables productivas, características de la canal y capacidad antioxidante*

- de la carne.* (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/171122>
- Rosillo (2016) *Estudio de los principios bioactivos y obtención de colorantes naturales de la cáscara de Opuntia ficus - indica (L.) Miller "tuna".* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5031/Rosillo_zc.pdf?sequence=3
- Sandoval, V., Sanz-Lamora, H., Arias, G., Marrero, P. F., Haro, D., & Relat, J. (2020). Metabolic Impact of Flavonoids Consumption in Obesity: From Central to Peripheral. *Nutrients*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/nu12082393>
- Schmidt, H. 1984. *Carne y productos cárnicos. Su tecnología y análisis.* 1ª Edición. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 144 p.
- Serpen, A., Gökmen, V., & Fogliano, V. (2012). Total antioxidant capacities of raw and cooked meats. *Meat Science*, 90(1), 60-65.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.027>
- Sohaib, M., Butt, M. S., Shabbir, M. A., & Shahid, M. (2015). Lipid stability, antioxidant potential and fatty acid composition of broilers breast meat as influenced by quercetin in combination with α -tocopherol enriched diets. *Lipids in Health and Disease*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s12944-015-0058-6>
- Suarez (2020) *Utilización de tres niveles (2, 4 y 6 %) de harina de hoja de tuna (Opuntia spp) en la alimentación de pollos de engorde en la fase de crecimiento y acabado en el CEASA.* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6724/1/PC-000896.pdf>
- Tavares, L. M. S., Watanabe, P. H., Gomes, T. R., Mendonça, I. B., Souza, L. F. C., Santos, M. E. C., Pacheco, P. N. L., Batista, A. S. M., & Freitas, E. R. (2022). Effects of acerola (*Malpighia emarginata*) by-product on performance, carcass traits, antioxidant activity, and meat quality of growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 293, 115479.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115479>
- Terán, Yanira; Navas, Dilmery; Petit, Deysi; Garrido, Elba; D'Aubeterre, Ramón (2015) Análisis de las características físico-químicas del fruto de *Opuntia ficus-indica (L.) Miller*, cosechados en Lara, Venezuela. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 16, núm. 1, 2015, pp. 69-74.
<https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864010.pdf>

ANEXO

ANEXO

1. Parámetros productivos

PESO FINAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC		
			Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	8726	2909	0.82	0.509
Error	12	42780	3565		
Total	15	51505			

Medias

tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	4	1009.38	19.58	(944.33; 1074.42)
1	4	1067.9	61.0	(1002.9; 1133.0)
2	4	1061.7	84.9	(996.6; 1126.7)
3	4	1034.0	54.2	(968.9; 1099.0)

Desv.Est. agrupada = 59.7073

GANANCIA DE PESO

Análisis Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC		
			Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	13625	4542	1.44	0.281
Error	12	37944	3162		
Total	15	51569			

Medias

tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	4	664.8	32.9	(603.5; 726.1)
1	4	739.0	47.6	(677.7; 800.2)
2	4	732.3	87.5	(671.0; 793.6)
3	4	704.8	40.5	(643.5; 766.1)

Desv.Est. agrupada = 56.2315

CONSUMO DE CONCENTRADO

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC		
			Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	5420	1807	0.36	0.786
Error	12	60937	5078		
Total	15	66356			

Medias

tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	4	1079.3	53.1	(1001.6; 1156.9)
1	4	1081.9	89.9	(1004.2; 1159.5)
2	4	1113.8	82.2	(1036.1; 1191.4)
3	4	1120.3	51.5	(1042.7; 1197.9)

Desv.Est. agrupada = 71.2604

CONSUMO DE FORRAJE

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	8939	2980	2.45	0.114
Error	12	14597	1216		
Total	15	23536			

Medias

tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	4	1307.81	17.81	(1269.82; 1345.81)
1	4	1328.4	24.4	(1290.4; 1366.4)
2	4	1284.9	42.3	(1246.9; 1322.9)
3	4	1265.6	46.5	(1227.6; 1303.6)

Desv.Est. agrupada = 34.8770

CONSUMO MS TOTAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	1566	522.1	0.09	0.965
Error	12	71020	5918.4		
Total	15	72587			

Medias

tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	4	2387.1	40.4	(2303.3; 2470.9)
1	4	2410.3	88.2	(2326.4; 2494.1)
2	4	2398.7	76.9	(2314.9; 2482.5)
3	4	2385.9	91.4	(2302.1; 2469.7)

Desv.Est. agrupada = 76.9309

CA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	3	0.2590	0.08633	1.96	0.174
Error	12	0.5290	0.04408		
Total	15	0.7879			

Medias

tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	4	3.5962	0.1595	(3.3675; 3.8250)
1	4	3.2672	0.1322	(3.0385; 3.4959)
2	4	3.306	0.336	(3.077; 3.534)
3	4	3.3897	0.1424	(3.1610; 3.6184)

Desv.Est. agrupada = 0.209951

2. Rendimiento de Carcasa

Peso final

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
trata	3	7345	2448	0.61	0.624
Error	12	48489	4041		
Total	15	55835			

Medias

trata	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	1072.5	64.4	(1003.2; 1141.8)
2	4	1132.5	83.4	(1063.2; 1201.8)
3	4	1095.3	56.2	(1026.0; 1164.5)
4	4	1098.8	43.7	(1029.5; 1168.0)

Desv.Est. agrupada = 63.5672

Carcasa en kg

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
trata	3	5717	1906	0.76	0.537
Error	12	30031	2503		
Total	15	35748			

Medias

trata	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	733.8	40.3	(679.3; 788.2)
2	4	783.8	66.6	(729.3; 838.2)
3	4	747.5	47.3	(693.0; 802.0)
4	4	766.3	41.3	(711.8; 820.7)

Desv.Est. agrupada = 50.0260

Rendimiento de carcasa

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
trata	3	5.556	1.852	1.05	0.405
Error	12	21.085	1.757		
Total	15	26.640			

Medias

trata	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	68.431	0.433	(66.987; 69.875)
2	4	69.166	1.092	(67.721; 70.610)
3	4	68.239	1.963	(66.795; 69.683)
4	4	69.714	1.340	(68.270; 71.158)

Desv.Est. agrupada = 1.32554

ANTIOXIDANTES EN CUY

ANOVA de Un Factor (Fisher)

	F	gl1	gl2	p
CPT-Meat(bh)	9.29	3	12	0.002
CPT-Liver(bh)	6.25	3	12	0.008
DPPH-Meat(bh)	5.60	3	12	0.012
DPPH-Liver(bh)	22.30	3	12	< .001
FRAP-Meat(bh)	37.58	3	12	< .001
FRAP-Liver(bh)	42.39	3	12	< .001

Descriptivas de Grupo

	Tratamiento	N	Media	DE	EE
CPT-Meat(bh)	control	4	36.9	4.553	2.276
	T1	4	41.2	4.433	2.217
	T2	4	50.2	8.973	4.486
	T3	4	57.5	5.058	2.529
CPT-Liver(bh)	control	4	83.5	7.055	3.527
	T1	4	87.5	6.885	3.443
	T2	4	93.7	4.334	2.167
	T3	4	106.2	11.603	5.802
DPPH-Meat(bh)	control	4	10.3	1.183	0.592
	T1	4	12.5	1.343	0.671
	T2	4	13.3	1.926	0.963
	T3	4	14.6	1.526	0.763
DPPH-Liver(bh)	control	4	11.4	0.873	0.436
	T1	4	15.1	0.975	0.488
	T2	4	15.2	0.506	0.253
	T3	4	15.9	0.960	0.480
FRAP-Meat(bh)	control	4	30.4	5.051	2.525
	T1	4	37.3	2.519	1.259
	T2	4	49.9	6.232	3.116
	T3	4	68.4	6.902	3.451
FRAP-Liver(bh)	control	4	36.5	2.567	1.284
	T1	4	46.6	2.541	1.271
	T2	4	55.5	1.755	0.877
	T3	4	57.8	4.383	2.191

Pruebas Post Hoc

Tukey Post-Hoc Test – CPT-Meat(bh)

		control	T1	T2	T3
control	Diferencia de medias	—	-4.34	-13.39 *	-20.60 **
	valor p	—	0.744	0.038	0.002
T1	Diferencia de medias		—	-9.05	-16.26 *
	valor p		—	0.204	0.012
T2	Diferencia de medias			—	-7.21
	valor p			—	0.372
T3	Diferencia de medias				—
	valor p				—

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tukey Post-Hoc Test – CPT-Liver(bh)

		control	T1	T2	T3
control	Diferencia de medias	—	-4.03	-10.25	-22.7 **
	valor p	—	0.887	0.306	0.008
T1	Diferencia de medias		—	-6.22	-18.6 *
	valor p		—	0.690	0.027
T2	Diferencia de medias			—	-12.4
	valor p			—	0.173
T3	Diferencia de medias				—
	valor p				—

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tukey Post-Hoc Test – DPPH-Meat(bh)

		control	T1	T2	T3
control	Diferencia de medias	—	-2.22	-3.000	-4.29 **
	valor p	—	0.217	0.068	0.008
T1	Diferencia de medias		—	-0.775	-2.06
	valor p		—	0.887	0.271
T2	Diferencia de medias			—	-1.29
	valor p			—	0.640
T3	Diferencia de medias				—
	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – DPPH-Liver(bh)

		control	T1	T2	T3
control	Diferencia de medias	—	-3.63 ***	-3.752 ***	-4.462 ***
	valor p	—	<.001	<.001	<.001
T1	Diferencia de medias		—	-0.127	-0.837
	valor p		—	0.996	0.526
T2	Diferencia de medias			—	-0.710
	valor p			—	0.649
T3	Diferencia de medias				—
	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – FRAP-Meat(bh)

		control	T1	T2	T3
control	Diferencia de medias	—	-6.89	-19.5 **	-38.0 ***
	valor p	—	0.324	0.001	<.001
T1	Diferencia de medias		—	-12.6 *	-31.1 ***
	valor p		—	0.029	<.001
T2	Diferencia de medias			—	-18.4 **
	valor p			—	0.002
T3	Diferencia de medias				—
	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – FRAP-Liver(bh)

		control	T1	T2	T3
control	Diferencia de medias	—	-10.1 **	-18.96 ***	-21.27 ***
	valor p	—	0.002	<.001	<.001
T1	Diferencia de medias		—	-8.88 **	-11.19 ***
	valor p		—	0.006	<.001
T2	Diferencia de medias			—	-2.31
	valor p			—	0.695
T3	Diferencia de medias				—
	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

COLOR Y pH

ANOVA de Un Factor

ANOVA de Un Factor (Fisher)

	F	gl1	gl2	p
L*-Meat	0.254	3	12	0.857
a*-Meat	0.222	3	12	0.879
b*-Meat	0.638	3	11	0.606
C*-Meat	0.207	3	12	0.889
h°-Meat	2.498	3	12	0.109
L*-Liver	1.288	3	12	0.323
a*-Liver	5.277	3	12	0.015
b*-Liver	0.156	3	12	0.924
C*-Liver	0.158	3	12	0.922
h°-Liver	5.155	3	12	0.016
pH (Meat)	1.401	3	12	0.290
pH (liver)	0.561	3	12	0.651

Descriptivas de Grupo

	Tratamiento	N	Media	DE	EE
L*-Meat	control	4	47.55	1.4135	0.7068
	T1	4	46.22	0.8459	0.4229
	T2	4	47.47	2.6084	1.3042
	T3	4	46.81	3.8616	1.9308
a*-Meat	control	4	11.23	1.5663	0.7831
	T1	4	11.24	0.8015	0.4008
	T2	4	10.55	1.0331	0.5165
	T3	4	10.80	2.0080	1.0040
b*-Meat	control	3	5.81	0.6634	0.3830
	T1	4	5.33	0.8880	0.4440
	T2	4	4.92	0.8864	0.4432
	T3	4	5.29	0.8768	0.4384
C*-Meat	control	4	12.31	0.7967	0.3984
	T1	4	11.79	1.2509	0.6255
	T2	4	11.68	0.9458	0.4729
	T3	4	11.89	1.6336	0.8168

ANOVA de Un Factor (Fisher)

	F	gl1	gl2	p		
h°-Meat	control		4	31.05	3.9822	1.9911
	T1		4	25.55	1.4406	0.7203
	T2		4	24.88	3.5462	1.7731
	T3		4	26.19	4.4773	2.2387
L*-Liver	control		4	34.93	2.6535	1.3267
	T1		4	31.49	6.3816	3.1908
	T2		4	29.92	2.7024	1.3512
	T3		4	28.74	5.8969	2.9485
a*-Liver	control		4	8.49	1.9411	0.9706
	T1		4	12.20	1.5054	0.7527
	T2		4	12.43	0.7106	0.3553
	T3		4	11.74	1.9227	0.9614
b*-Liver	control		4	6.91	2.7788	1.3894
	T1		4	6.11	1.4633	0.7317
	T2		4	6.25	1.1535	0.5768
	T3		4	6.23	1.5347	0.7673
C*-Liver	control		4	12.37	2.5332	1.2666
	T1		4	13.26	2.1136	1.0568
	T2		4	12.73	0.5292	0.2646
	T3		4	12.99	1.8628	0.9314
h°-Liver	control		4	40.77	6.5884	3.2942
	T1		4	27.77	5.5597	2.7799
	T2		4	29.63	4.6247	2.3124
	T3		4	26.60	5.9711	2.9856
pH (Meat)	control		4	6.03	0.0866	0.0433
	T1		4	5.99	0.1564	0.0782
	T2		4	5.95	0.1729	0.0864
	T3		4	6.13	0.0332	0.0166
pH (liver)	control		4	5.71	0.1075	0.0538
	T1		4	5.68	0.0597	0.0299
	T2		4	5.66	0.0718	0.0359
	T3		4	5.63	0.0911	0.0456

Pruebas Post Hoc

Tukey Post-Hoc Test – L*-Meat

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.871	1.000	0.974
T1	valor p		—	0.889	0.986
T2	valor p			—	0.981
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – a*-Meat

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	1.000	0.907	0.974
T1	valor p		—	0.903	0.972
T2	valor p			—	0.994
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – b*-Meat

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.875	0.535	0.850
T1	valor p		—	0.901	1.000
T2	valor p			—	0.923
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – C*-Meat

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.927	0.881	0.960
T1	valor p		—	0.999	0.999
T2	valor p			—	0.994
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – h°-Meat

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—			
T1	valor p		—		
T2	valor p			—	
T3	valor p				—

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.181	0.119	0.265
T1	valor p		—	0.993	0.994
T2	valor p			—	0.952
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – L*-Liver

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.737	0.470	0.299
T1	valor p		—	0.965	0.844
T2	valor p			—	0.984
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – a*-Liver

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.029	0.021	0.059
T1	valor p		—	0.997	0.977
T2	valor p			—	0.928
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – b*-Liver

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.925	0.956	0.952
T1	valor p		—	1.000	1.000
T2	valor p			—	1.000
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – C*-Liver

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.910	0.993	0.966
T1	valor p		—	0.978	0.997

Tukey Post-Hoc Test – h°-Meat

		control	T1	T2	T3
T2	valor p			—	0.997
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – h°-Liver

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.033	0.073	0.020
T1	valor p		—	0.967	0.991
T2	valor p			—	0.876
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – pH (Meat)

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.962	0.804	0.729
T1	valor p		—	0.973	0.455
T2	valor p			—	0.261
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tukey Post-Hoc Test – pH (liver)

		control	T1	T2	T3
control	valor p	—	0.981	0.836	0.631
T1	valor p		—	0.966	0.836
T2	valor p			—	0.981
T3	valor p				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

GALERIA DE FOTOS



Figura 1. Harina de cascara de tuna, producto utilizado en la ración.



Figura 2. Instalación de los cuyes.



Figura 3. Pesaje semanal de los tratamientos.



Figura 4. Beneficio a la 8 semana de los tratamientos



Figura 5. Molienda de la carne e hígado de cuy.



Figura 6. Determinación de DPPH de carne e hígado de cuy



Figura 7. Determinación de Polifenoles totales de carne y hígado de cuy