



Universidad Nacional Autónoma de Chota
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 001-2024-FCA/UNACH

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




CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación Titulada “**Evaluación de las características fisicoquímicas de calidad en la carne fresca de cuy (*Cavia porcellus*) en función de su edad y sexo producido en la provincia de Chota**”; desarrollado por la **bachiller Marly Edita Guevara Ruíz** de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, **asesorada por el M.Sc. Joe Richard Jara Vélez y coasesorada por el Ing. Johonathan Baltazar Salazar Campos**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 24%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 04 de noviembre de 2024.

Atentamente



M.Sc. Rubén Iván Marchena Chanduvi
Director de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ciencias Agrarias

RIMCH/DUIFCA
Interesado
AFCA
Archivo
Chota 2024

CO-01-2024-UIFCA-UNACH

Correo: investigacionfca@unach.edu.pe

Marly Edita Guevara Ruíz

IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA

-  INFORME DE TESIS 2024
-  PROYECTOS Y TESIS 2024
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3066630902

Fecha de entrega
4 nov 2024, 9:00 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
4 nov 2024, 9:03 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
IFT_MARLY_EDITA_GUEVARA_RU_Z_-T.docx

Tamaño de archivo
9.0 MB

76 Páginas

15,572 Palabras

75,721 Caracteres




24% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

Fuentes principales

- 20%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 20% Fuentes de Internet
- 5% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	5%
2	Internet	repositorio.inia.gob.pe	1%
3	Internet	hdl.handle.net	1%
4	Internet	www.scielo.org.pe	1%
5	Internet	es.scribd.com	1%
6	Publicación	Gilson Hideki Nabechima, João Gustavo Provesi, Júlia de Oliveira Frescura, Márcia...	0%
7	Internet	worldwidescience.org	0%
8	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	0%
9	Internet	ri.uaemex.mx	0%
10	Internet	www.grafiati.com	0%
11	Internet	revistaeciperu.files.wordpress.com	0%

12	Internet	www.coursehero.com	0%
13	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	0%
14	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	0%
15	Internet	repositorio.unh.edu.pe	0%
16	Internet	dspace.ucuenca.edu.ec	0%
17	Internet	revistas.upch.edu.pe	0%
18	Internet	ribuni.uni.edu.ni	0%
19	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo		0%
20	Internet	repositorio.undac.edu.pe	0%
21	Internet	repositorio.unach.edu.pe	0%
22	Internet	1library.co	0%
23	Internet	blog.elpabellondelacarne.com	0%
24	Internet	sicreesinnovas.com	0%
25	Internet	ichgcp.net	0%

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE CALIDAD EN LA CARNE FRESCA DE CUY (*Cavia porcellus*) EN FUNCIÓN DE SU EDAD Y SEXO PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE CHOTA.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

Bach. Guevara Ruíz, Marly Edita

ASESOR:

M Sc. Jara Vélez, Joe Richard

COASESOR:

Ing. Salazar Campos, Johonathan Baltazar


JOE RICHARD JARA VELEZ
ING. AGROINDUSTRIAL
R. CIP. N° 162579

Chota – Perú

2024


JOHONATHAN B. SALAZAR CAMPOS
ING AGROINDUSTRIAL
CODIGO CIP. 224541



Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 014-2024-FCA

Siendo las 17 horas, del día 11 de noviembre de 2024, los miembros del Jurado de Tesis titulada: "Evaluación de las características fisicoquímicas de calidad en la carne fresca de cuy (*Cavia porcellus*) en función de su edad y sexo producido en la provincia de Chota", integrado por:

1. Dr. Thony Arce Saavedra - Presidente
2. Dr. Augusto Antonio Mechato Anastasio - Secretario
3. Mg. Natanael Rodríguez Sánchez - Vocal

Sustentada de manera presencial (X), virtual () por MARLY EDITA GUEVARA RUÍZ, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniera Agroindustrial.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda (APROBAR.....) la tesis, calificándola con la nota de: (QUINCE.....), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional.

Colpahuacariz, 11 de noviembre del 2024.

Dr. Thony Arce Saavedra
Presidente

Dr. Augusto Antonio Mechato Anastasio
Secretario

Mg. Natanael Rodríguez Sánchez
Vocal

DEDICATORIA

Con profundo agradecimiento, dedico esta tesis en primer lugar a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este viaje académico. Su presencia me ha permitido superar cada obstáculo y encontrar la motivación necesaria para alcanzar esta meta.

A mis amados padres, Ana Ruíz Cubas y Rogelio Guevara Díaz, les dedico este logro con todo mi amor. Su apoyo incondicional y constante aliento han sido el pilar fundamental que me impulsó a seguir adelante, ayudándome a cumplir mis sueños.

Y a mi querida abuelita, María Magdalena Díaz Saldaña, aunque ya no estés físicamente conmigo, siento tu amor y sabiduría en cada paso que doy. Tu espíritu sigue siendo una luz que me guía y me inspira a ser mejor cada día.

Con todo mi corazón, a ustedes les dedico este esfuerzo culminado.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme concedido la vida, la salud y la fortaleza para llegar hasta este punto.

Sin su guía, este logro no habría sido posible.

A mis padres, quienes han sido mi fuente de fortaleza y motivación constante. Gracias por su

amor incondicional, por estar siempre a mi lado y por sus valiosos consejos, que me

impulsaron a no rendirme. Esta tesis es un tributo a su esfuerzo y dedicación, y refleja la admiración eterna que siento por ustedes. No encuentro palabras suficientes para agradecerles

por ser los padres más extraordinarios que podría haber tenido.

Mi sincero agradecimiento también al M.Sc. Joe Richard Jara Vélez, mi asesor de tesis, por

su inquebrantable disposición para ayudarme, por su orientación precisa y por haber sido un

mentor excepcional a lo largo de este proceso. Su apoyo ha sido fundamental para la

culminación de este trabajo.

Finalmente, de una manera muy especial al Ing. Ronny Bustamante Hoyos, a mis familiares y

amigos quienes de una u otra forma contribuyeron al desarrollo de esta tesis, les extiendo mi

gratitud infinita. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en este proyecto, y por ello les

estaré eternamente agradecida.

Gracias a todos por acompañarme en este viaje.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	16
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación.....	19
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo general.....	21
1.4.2. Objetivos específicos	21
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.2. Bases teórico – científicas	25
2.2.1. El cuy: Origen y descripción.....	25
2.2.2. Razas y líneas de cuy	26
2.2.3. La Carne.....	31
2.2.4. La carne de cuy	31
2.3.5. Calidad de la Carne	35
2.3.6. Factores que influyen en la calidad de la carne	35
2.3.7. Parámetros de la calidad en la carne	36
2.4. Marco conceptual	39
2.5. Hipótesis.....	40
2.6. Operacionalización de variables.....	41
III. MARCO METODOLÓGICO.....	42
3.1. Tipo y nivel de investigación	42
3.1.1. Tipo de Investigación.....	42
3.1.2. Nivel de investigación.....	42
3.2. Diseño de investigación	42

3.3.	Métodos de investigación.....	45
3.4.	Población, muestra y muestreo.....	45
3.4.1.	Población.....	45
3.4.2.	Muestra	46
3.4.3.	Muestreo	46
3.4.4.	Análisis fisicoquímicos.....	52
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
3.5.1.	Técnicas	55
3.5.2.	Instrumentos de recolección de datos	55
3.5.3.	Equipos, materiales e insumos.....	56
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	57
3.6.1.	Diseño estadístico	57
3.6.2.	Procesamiento y análisis de datos.....	58
3.7.	Aspectos éticos.....	58
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1.	Descripción de resultados.....	60
4.1.1.	ANOVA para el pH	60
4.1.2.	ANOVA para la Capacidad de Retención de Agua (CRA).....	63
4.1.3.	ANOVA para el color: L* a* b*.....	66
4.1.4.	Contenido de proteína y hierro de la carne del cuy óptimo	76
4.2.	Contrastación de Hipótesis.....	76
4.3.	Discusión de resultados	78
4.3.1.	pH.....	78
4.3.2.	Capacidad de retención de agua (CRA).....	79
4.3.3.	Color de la carne (índice L* a* b*)	80
4.3.4.	Hierro y proteína	82
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83

5.1. Conclusiones	83
5.2. Recomendaciones.....	84
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
VII. ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción zoológica del cuy.....	22
Tabla 2. Composición química del músculo del cuy en diferentes razas.....	29
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	37
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
Tabla 5. Factores y niveles.....	52
Tabla 6. Tiempo de sacrificio de los cuyes.....	53
Tabla 7. ANOVA de la variable de respuesta pH en función a la edad y sexo.....	55
Tabla 8. ANOVA de la variable de respuesta CRA en función a la edad y sexo...	58
Tabla 9. ANOVA de la variable de respuesta L* en función a la edad y sexo.....	62
Tabla 10. ANOVA de la variable de respuesta a* en función a la edad y sexo.....	65
Tabla 11. ANOVA de la variable de respuesta b* en función a la edad y sexo.....	68
Tabla 12. Resultados obtenidos del contenido de proteína y hierro del cuy óptimo.....	71
Tabla 13. Datos ordenados para su procesamiento.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	21
Figura 2. Cuy de la raza Perú o tipo 1.....	23
Figura 3. Cuy de la raza Andina.....	24
Figura 4. Cuy de la raza Inti.....	24
Figura 5. Cuy de la raza Merino o tipo 4.....	25
Figura 6. Cuy de la línea Inka o tipo 2.....	26
Figura 7. Cuy de la línea sintética.....	26
Figura 8. Diseño de contrastación de la parte experimental de la investigación.....	39
Figura 9. Diseño del esquema experimental de la investigación.....	40
Figura 10. Ubicación de población y toma de muestras de cuyes.....	41
Figura 11. Diagrama de beneficio del cuy	43
Figura 12. Materia prima.....	44
Figura 13. Degolle y desangrado del cuy.....	44
Figura 14. Escaldado del cuy	45
Figura 15. Pelado del cuy	45
Figura 16. Primer lavado del cuy	45
Figura 17. Raspado del cuy	46
Figura 18. Eviscerado del cuy	46
Figura 19. Segundo lavado del cuy	47
Figura 20. Carne de cuy	47
Figura 21. Análisis de la variable de respuesta pH de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	56

Figura 22. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta pH de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	57
Figura 23. Efectos principales de las variables independientes en el pH de la carne de los cuyes.....	57
Figura 24. Análisis de la variable de respuesta CRA de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	59
Figura 25. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta CRA de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	60
Figura 26. Efectos principales de las variables independientes en la CRA en la carne de los cuyes.....	61
Figura 27. Análisis de la variable de respuesta L* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	63
Figura 28. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta L* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	64
Figura 29. Efectos principales de las variables independientes en el índice de color *L en la carne de cuyes.....	64
Figura 30. Análisis de la variable de respuesta a* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	66
Figura 31. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta a* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	67
Figura 32. Efectos principales de las variables independientes en el índice de color a* en la carne de los cuyes.....	67
Figura 33. Análisis de la variable de respuesta b* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	69

Figura 34. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta b^* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes.....	70
Figura 35. Efectos principales de las variables independientes en el índice de color b^* en la carne de los cuyes.....	70

RESUMEN

La cría y comercialización del cuy (*Cavia porcellus*) en la región de Cajamarca, particularmente en la provincia de Chota, contribuye significativamente a la economía local y refuerza la identidad cultural. Esta carne, valorada por su sabor, ofrece beneficios nutricionales importantes, como altos niveles de proteína y hierro, lo que la convierte en una opción alimentaria viable para combatir la desnutrición y la anemia. Sin embargo, la optimización de su valor comercial depende de un conocimiento detallado de sus características fisicoquímicas. En el presente estudio se evaluó la influencia de la edad y el sexo del cuy sobre la calidad de su carne, analizando parámetros como pH, capacidad de retención de agua (CRA) y color. Se aplicó un diseño factorial con dos niveles (hembra y macho) y tres edades (80, 90 y 100 días), obteniendo seis tratamientos con diez repeticiones cada uno. El cuy óptimo fue la hembra de 100 días de edad, cuya carne presentó el mayor contenido de proteína (22,07 g/100 g) y hierro (2,21 mg/kg). Los análisis estadísticos revelaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los parámetros estudiados en función de la edad y el sexo, siendo la edad el factor más determinante. Los valores de pH variaron entre 6,21 y 6,06 para las hembras y entre 6,18 y 5,97 para los machos, mientras que los porcentajes de CRA oscilaron entre 8,79 % y 31,95 % (hembras) y entre 4,40 % y 21,19 % (machos). En cuanto al color, el índice L^* disminuyó con la edad, evidenciando una menor luminosidad, y el índice a^* incrementó, indicando un color rojo más intenso en la carne de cuyes de mayor edad. Los hallazgos del estudio subrayan la importancia de la edad y el sexo en la definición de la calidad de la carne de cuy, proporcionando nuevos conocimientos para ampliar su comercialización, tanto en mercados locales como internacionales. Estos resultados tienen el potencial de aumentar la competitividad del cuy como una fuente de proteína de alta calidad.

Palabras clave: cuy, influencia, edad, sexo, pH, capacidad de retención de agua, color, hierro y proteína.

ABSTRACT

The breeding and commercialization of guinea pig (*Cavia porcellus*) in the Cajamarca region, particularly in the province of Chota, contributes significantly to the local economy and reinforces cultural identity. Valued for its flavor, this meat offers important nutritional benefits, such as high levels of protein and iron, making it a viable food option to combat malnutrition and anemia. However, optimization of its commercial value depends on detailed knowledge of its physicochemical characteristics. The present study evaluated the influence of the age and sex of the guinea pig on the quality of its meat, analyzing parameters such as pH, water retention capacity (WRA) and color. A factorial design was applied with two levels (female and male) and three ages (80, 90 and 100 days), obtaining six treatments with ten repetitions each. The optimal guinea pig was the 100-day-old female, whose meat had the highest protein (22.07 g/100 g) and iron (2.21 mg/kg) content. Statistical analyzes revealed significant differences ($p \leq 0.05$) in the parameters studied depending on age and sex, with age being the most determining factor. The pH values varied between 6.21 and 6.06 for females and between 6.18 and 5.97 for males, while the percentages of WRA ranged between 8.79% and 31.95% (females) and between 4.40% and 21.19% (males). Regarding color, the L^* index decreased with age, evidencing lower luminosity, and the a^* index increased, indicating a more intense red color in the meat of older guinea pigs. The findings of the study underline the importance of age and sex in defining the quality of guinea pig meat, providing new knowledge to expand its commercialization, both in local and international markets. These results have the potential to increase the competitiveness of guinea pig as a source of high-quality protein.

Keywords: guinea pig, influence, age, sex, pH, water retention capacity, color, iron and protein.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La producción de cuyes (*Cavia porcellus*) se ha convertido en una de las actividades más relevantes y comunes para las familias de la región de Cajamarca, especialmente en zonas rurales donde representa una fuente significativa de ingresos económicos. Según Cepedas (2016), esta actividad se caracteriza por ser de fácil manejo, no requiere de una gran infraestructura ni logística compleja, y se puede desarrollar en espacios reducidos, lo que facilita su adopción incluso por familias con limitados recursos. Esto ha permitido que la crianza de cuyes sea una opción accesible para mejorar la economía de los hogares rurales.

Además de su importancia económica, la carne de cuy destaca por su elevado valor nutricional. Estudios como el de Pozo (2014), resaltan que su consumo puede ser una alternativa eficaz para combatir la desnutrición crónica infantil y reducir la tasa de anemia, problemas de salud que afectan a una gran parte de la población en el Perú, especialmente en las zonas rurales. A pesar de estas ventajas, el conocimiento sobre la calidad nutricional y los beneficios específicos de la carne de cuy es limitado. Esto ha impedido que el producto acceda a mercados más amplios y especializados, restringiendo su comercialización a nivel local, a pesar de su creciente producción e importancia a nivel regional y nacional.

El desconocimiento de los factores que influyen en la calidad de la carne, como la edad y el sexo del animal, contribuye a que el cuy se comercialice principalmente en función de su tamaño, ignorando otros aspectos que podrían mejorar su valor nutricional y su aceptación en mercados más exigentes. Esto limita el potencial del cuy como un producto con valor agregado y reduce la posibilidad de diversificar su presentación en diferentes formas de consumo, como cortes de alta calidad o productos procesados.

Una evaluación científica y detallada de los parámetros fisicoquímicos de la carne de cuy, como el pH, la CRA y el color, se vuelve fundamental para establecer estándares de calidad que permitan mejorar su percepción y aceptación en el mercado. Estos parámetros son esenciales para definir la frescura, la jugosidad y la estabilidad del producto, factores determinantes para su comercialización en nuevos nichos de mercado, ya sea nacionales e internacionales.

En la actualidad, la carne de cuy es principalmente consumida en la región andina del Perú, con una baja penetración en mercados externos que demandan productos con mayor valor añadido, garantías de trazabilidad y presentación sofisticada. La falta de estudios sobre la influencia de la edad y el sexo en la calidad de la carne dificulta el desarrollo de estrategias que permitan estandarizar procesos de producción y mejorar la competitividad del cuy como producto cárnico. Esto subraya la necesidad de investigaciones que aporten un sustento técnico-científico para mejorar las condiciones de crianza y procesamiento, con miras a ganar espacio en mercados cada vez más exigentes y competitivos, generando mayores oportunidades económicas para las familias dedicadas a esta actividad en Cajamarca y otras regiones productoras.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la edad y sexo del cuy con las mejores características fisicoquímicas con relación a los niveles de pH, CRA y color?

1.3. Justificación

En años recientes, la crianza de cuyes en la región de Cajamarca ha experimentado un notable crecimiento, posicionando a este departamento como el principal productor de cuyes en el Perú, según el Ministerio de Agricultura y Riego (2019). Esta expansión se debe a la calidad de los pastos, el clima favorable y la ubicación estratégica de Cajamarca, que facilitan

el comercio de este animal. Estas condiciones óptimas ofrecen una oportunidad única para estudiar y mejorar la calidad de la carne de cuy, incrementando su valor comercial y competitividad en los mercados.

La carne de cuy se caracteriza por su elevado valor nutricional, siendo una fuente rica en proteínas de alta calidad y baja en grasas, lo que la hace ideal para dietas saludables. Además, contiene componentes bioactivos, como la asparaginasa, que, según Pozo (2014), tiene potenciales efectos anticancerígenos al inhibir la propagación de células tumorales. Su consumo, por tanto, no solo contribuye a la prevención de enfermedades cardiovasculares, sino que también podría ser un recurso para mejorar la salud pública en comunidades vulnerables, especialmente en la lucha contra la desnutrición y la anemia. Razón por la cual es relevante realizar un estudio donde se conozca a profundidad sus características fisicoquímicas y por ende se realce su valor.

La ausencia de información científica detallada sobre las características fisicoquímicas de la carne de cuy, como el pH, CRA y el color, ha impedido establecer estándares de calidad que optimicen su producción. Esto es especialmente relevante en un contexto donde los mercados internacionales demandan productos con trazabilidad y valor agregado. La realización de estudios que analicen estas variables en función de la edad y el sexo de los cuyes contribuiría a identificar las condiciones óptimas para obtener un producto de alta calidad, mejorando así su aceptación en mercados más competitivos.

Este estudio es particularmente relevante para la provincia de Chota, donde la cría de cuyes representa una actividad económica clave. Generar conocimiento sobre las características fisicoquímicas de la carne de cuy permitirá a los productores locales mejorar sus prácticas de manejo y crianza, obteniendo un producto de mayor calidad. Asimismo, la identificación de parámetros de calidad específicos proporcionará un sustento científico que

facilitará la promoción de la carne de cuy en mercados nacionales e internacionales, ampliando su alcance comercial y beneficiando directamente a la economía regional.

Este estudio nos permitirá evaluar la calidad en la carne de cuy producido en la provincia de Chota, en función de su edad y sexo, generando conocimientos nuevos que pueden establecer posibles parámetros de calidad teniendo en cuenta estas características, que actualmente no existen y que vendrían muy bien a la provincia de Chota para posicionar a la carne de cuy como un producto gourmet de alto valor nutricional y con posibilidades de exportación. En este sentido, la generación de nuevos conocimientos sobre la calidad de la carne de cuy será un aporte valioso tanto para la ciencia como para el desarrollo económico de las familias rurales de la región.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la edad y el sexo en las características fisicoquímicas de calidad en la carne fresca de cuy (*Cavia porcellus*) producido en la provincia de Chota.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar el pH de la carne fresca de cuyes hembra y macho entre los 80, 90 y 100 días de edad, producidos en la provincia de Chota.
- ✓ Evaluar la CRA de la carne fresca de cuyes hembra y macho entre los 80, 90 y 100 días de edad, producidos en la provincia de Chota.
- ✓ Analizar el color de la carne fresca de cuyes hembra y macho entre los 80, 90 y 100 días de edad, producidos en la provincia de Chota.
- ✓ Realizar análisis de proteína y hierro al cuy que presente las mejores características fisicoquímicas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Lucas et al. (2018), realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el pH de la carne de cobayos sacrificados en los Andes centrales del Perú. Para ello, trabajaron con 60 cuyes machos de entre 1,5 y 2 meses de edad, criados de manera tecnificada y alimentados con una dieta de forraje y concentrado. El pH fue medido en el músculo *Longissimus dorsi* en diferentes momentos: tiempo cero (T0), a las 6, 12 y 24 horas posteriores al sacrificio. Los resultados indicaron un pH inicial de 6,79, que fue descendiendo a 6,74 a la hora, 6,59 a las seis horas, y finalmente 6,45 y 5,96 a las 12 y 24 horas, respectivamente. Los resultados indicaron que un descenso inapropiado del pH tiene un impacto negativo en la calidad de la carne, lo que puede facilitar la proliferación de microorganismos perjudiciales y, consecuentemente, acelerar su descomposición.

Flores et al. (2017), tuvieron como objetivo caracterizar la carne de cuy para establecer si podía ser utilizada en la producción de una salchicha fermentada mejorada; para ello evaluaron tres líneas, que fueron la peruana, andina y criolla. Realizaron análisis fisicoquímicos como la determinación de proteína (método Kjeldahl) y medición de pH. Los resultados mostraron que: El contenido de proteínas fue mayor en la línea criolla (19,39 %), seguida de la línea andina (18,55 %) y luego la línea de peruanos mejorados (17,78 %). No se encontraron diferencias significativas en el pH entre las líneas, con valores de 6,47 (peruano mejorado); 6,38 (criollo) y 6,41 (andino). La línea andina presentó el contenido de grasa más bajo.

Jurado et al. (2016), tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento de las variables microbiológicas y fisicoquímicas durante la maduración de la carne de cuy (*Cavia porcellus*), empleando dos métodos de insensibilización: desnucamiento y electronarcosis. El estudio se realizó con 24 cuyes (machos y hembras), 12 por cada método. Se evaluó el pH y la CRA. Los resultados mostraron diferencias según el método utilizado: el pH inicial de la carne de cuyes

machos fue de 5,91 con el método de desnucamiento y de 5,85 con electronarcosis, mientras que para las hembras los valores fueron de 6,03 y 5,86, respectivamente. Respecto a la CRA, el método de desnucamiento generó una CRA de 15,5 % en machos y 10 % en hembras, mientras que, con electronarcosis, los valores fueron de 12 % y 9,2 %, respectivamente. Para la CRA no hallaron diferencias mínimas significativas entre hembras y machos.

Remache (2016), realizó un estudio que tuvo como objetivo dar a conocer las características de la canal y del quinto cuarto del cuy (*Cavia porcellus*), analizando cómo varían estas características según el sexo y la edad (3, 4 y 6 meses). Su estudio incluyó 125 cuyes de la raza peruana: 24 hembras de 3 meses, 17 de 4 meses y 21 de 6 meses, así como 24 machos de 3 meses, 19 de 4 meses y 20 de 6 meses. Los resultados mostraron que los cuyes de 6 meses presentaron un desarrollo superior en comparación con los otros grupos, con un crecimiento proporcionalmente mayor entre los 3 y 4 meses. El análisis de pH y color reveló que las hembras de 3, 4 y 6 meses presentaron un pH de 6,83, 6,91 y 6,80, respectivamente, mientras que los machos de las mismas edades presentaron valores de 7,02, 6,89 y 6,72. En cuanto al color, el índice L* en los cuyes hembras de 3, 4 y 6 meses fue de 50,41; 47,13 y 47,01; en cuyes machos los valores fueron: 49,99; 50,29 y 47,35 respectivamente, disminuyendo la luminosidad a medida que incrementan su edad. El índice a* en la carne de cuyes hembras de 3, 4 y 6 meses tuvo valores de: 15,87; 17,35 y 16,68; en machos 16,69; 16,76 y 16,25 evidenciando un incremento en el color rojo a los 3 y 4 meses, con un descenso a los 6 meses. El índice b* en la carne de cuyes hembras de 3, 4 y 6 meses fue de: 7,54; 6,96 y 6,54; en machos obtuvieron valores de: 7,47; 7,28 y 6,50; constatando una disminución en el índice de color amarillo a medida que los cuyes incrementaron su edad.

Enriquez (2019), tuvo como objetivo evaluar el impacto de simbióticos naturales en la calidad de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*) durante su crecimiento. Se utilizaron 12 cuyes machos de 28 días de edad, distribuidos en tres grupos. T1: Alimentación con alfalfa y alimento balanceado, T2: Alimentación con alfalfa, alimento balanceado y 300ppm de antibiótico promotor de crecimiento (APC). T3: Alimentación con alfalfa, alimento balanceado y simbiótico natural. Se realizaron análisis de pH, proteína y microbiológicos de la carne. Los resultados mostraron: El pH para el T1 fue de 6,05; T2 de 5,83 y T3 de 5,93. Proteína: T1 (21,76 %), T3 (19,72 %) y T2 (18,90 %). La calidad microbiológica estuvo dentro de los estándares aceptables. El estudio sugiere que la alimentación con simbióticos naturales (T3) mejora la calidad de la carne de cuyes, sin necesidad de antibióticos.

Cárdenas et al. (2018), tuvieron como objetivo evaluar el efecto de las dietas basadas en *Erythrina sp* sobre las características productivas del cuy y su carcasa. Se emplearon 32 cuyes machos de la línea Perú de aproximadamente 3 meses de edad (*Cavia porcellus*), crearon 4 tratamientos que recibieron dietas basadas en pisonay (P) y alimento concentrado comercial (C) en las proporciones de 100:0 % (Control), 75:25 % (P75/C25), 50:50 % (P50/C50) y 25:75 % (P25/C75). Las características productivas se calcularon a través de la medida de pH, CRA, color y ganancia de peso. Los resultados obtenidos fueron: un pH más alto (6,0 a 6,3) en los cuyes alimentados con porciones de alimento comercial, mientras que los cuyes alimentados con forraje verde (pisonay) obtuvieron un pH de 5,6. Hallaron una baja CRA de 15,2 % a 16,3 % en las dietas que tenían más porcentaje de pisonay; a medida que disminuyó el forraje en la dieta aumentó la CRA 23,1 %. Con respecto a los índices de color L*, a* y b*; en el índice L* los cuyes alimentados con una mayor porción de forraje tuvieron como resultado una carne menos luminosa (36,5 a 40,4); cuando se incrementó la porción de concentrado se obtuvo valores de (45,1 a 55,1); el índice a* tinción roja/verde indicó que la carne de cuyes alimentados con forraje produce carnes rojas con menos intensidad (7,6); en

comparación con los que consumieron menor proporción de forraje (9,1 a 12,2). En el índice b^* tinción amarilla/azul, se observó una carne más amarilla en los cuyes alimentados con una mayor proporción de concentrado comercial (4,3 a 7,0); las proporciones más altas de forraje en la dieta dieron una coloración amarilla con baja intensidad (1,9 a 2,1).

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. El cuy: Origen y descripción

Figura 1

Cuy (Cavia porcellus)



Nota: tomado de INIA (2016).

El proceso de domesticación del cuy se inició hace unos 2500 años en Sudamérica. La evidencia arqueológica, incluyendo restos óseos y figuras cerámicas, sugiere que culturas como Vicus y Mochica aprovecharon al cuy. El antropólogo Julio C. Tello también destacó que la cultura Paracas lo consideraba un recurso alimenticio importante y lo criaban en sus hogares (Crespo, 2012).

El término "cuy" tiene raíces en la lengua quechua, específicamente proviene de la palabra "quwi". En varios países de América del Sur, el cuy es conocido por este nombre, incluyendo: Perú, Uruguay, Sur de Colombia, Noreste de Argentina, Chile, Bolivia y Ecuador; en México se le conoce como cuyo, cuye, curí, curiel o acure y en América Latina se le conoce como cobaya o cobayo Crespo (2012). El cuy es un mamífero roedor de la familia Caviidae,

originario de Perú. Sus características y beneficios incluyen: alcanza un peso de hasta 1kg, se adapta fácilmente a diversos ambientes, además tiene una alimentación variable, se alimenta de plantas y materia vegetal, posee un ciclo reproductivo corto, facilitando su crianza y es animal con alta calidad nutricional Campos (2018). Perú es líder en producción y consumo de cuyes con una producción anual de carne de 16 500 toneladas, alrededor de 22 millones de cuyes se producen en ambientes familiares y pequeños, sin sistemas intensivos Ataucusi (2015). El cuy posee una descripción zoológica la cual se observa en la Tabla 1.

Tabla 1

Descripción zoológica del cuy

Taxonomía	
Reino	Animal
Subtipo	Vertebrado
Clase	Mamífero
Familia	Cabida
Género	Cavia
Especie	Morcellas
Nombre científico	Cavia parceles

Nota: datos tomados de Moreno (2000).

2.2.2. Razas y líneas de cuy

a) Perú o peruano

La raza es oriunda de Cajamarca; los cuyes de esta raza, provienen de ecotipos muestreados en el norte de la sierra del Perú, a través del mejoramiento genético y mediante selección en base a peso vivo individual se formó una raza precoz. La raza Perú se considera una raza pesada, su rendimiento de carcasa es de 72 % registra una mayor masa muscular, en

su mayoría presentan 4 dedos en los miembros anteriores y 3 en los posteriores, su pelaje es de color alazán con blanco puede ser fajado o combinado, corresponde al tipo 1 por su pelo liso; presenta ojos negros, orejas caídas y puede o no tener un remolino en su cabeza, tal y como se evidencia en la Figura 2 (INIA, 2016).

Figura 2

Cuy de la raza Perú o tipo 1



Nota: tomado de INIA (2016).

b) Andina

En 1972 el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) a través de la selección de una población “cerrada” (teniendo en cuenta el número de crías logradas por parto) de cuyes oriundos de eco tipos cajamarquinos dio origen a los cuyes de la raza Andina; se caracterizan por su prolificidad, esta línea presenta características propias como mayor tamaño de camada al nacimiento, menor intervalo entre partos, se adaptan a los ecosistemas de costa, sierra y selva. Tienen pelaje 100 % blanco, no presenta remolinos, posee orejas grandes y caídas, ojos negros, 4 dedos en cada mano y en cada pata 3, así como se muestra en la Figura 3 (INIA, 2014).

Figura 3

Cuy de la raza Andina



Nota: tomado de INIA (2016).

c) Inti

Esta raza de cuy se formó a partir del Programa de mejoramiento por selección del cuy peruano en 1972 en la Estación Experimental La Molina, a través de la selección de población “cerrada” eligiendo los machos anualmente evitando el montaje de generaciones. La elección de esta línea se realiza mediante el peso tomado en la edad de mercado y el número de descendencia del origen del individuo. Es una línea media entre las razas Perú y Andina; el cuy raza Inti se caracteriza por su precocidad y prolificidad; se considera la primera línea mejorada. Su pelaje de color bayo o mezclado con blanco, sin remolinos y ojos negros, tal y como se ve en la Figura 4 (INIA, 2014).

Figura 4

Cuy de la raza Inti.



Nota: tomado de Chauca et al. (2005).

d) Merino o tipo 4

Esta línea de cuy se desarrolló durante el año 2003 en las instalaciones del Proyecto de cuyes del INIEA La Molina, a través de cruce. Evaluaron toda la progenie generada de los diferentes tratamientos (empadre de machos tipo 4 con hembras tipo 4, macho Perú con hembras Tipo 4 y macho Perú con hembras Tipo 4). El cuy Merino o conocido también como tipo 4, se encuentra localizado mayormente en la zona norte del país; presenta un crecimiento lento, su pelo es erizado, forma de cuerpo y cabeza redondeada, tamaño medio; se logra apreciar en la Figura 5 (Chauca et al., 2005).

Figura 5

Cuy de la raza Merino o tipo 4



Nota: tomado de Chauca et al. (2005).

e) Inca

El origen de la línea Inca fue en la Estación Experimental Agraria (EEA) Baños del Inca del INIA; los animales fueron muestreados a nivel del departamento de Cajamarca a través de una relación de empadre continuo por tres partos, es un animal que responde a una dieta basada en forrajes. En su mayoría presentan un pelaje alazán combinado o fajado, corresponde al tipo 2 por la forma de su pelo, presenta remolinos en su cuerpo y cabeza, pueden tener ojos negros o rojos y hasta 7 dedos en manos o patas, tal y como se logra ver en la Figura 6 (INIA, 2022).

Figura 6

Cuy de la línea Inca o tipo 2



Nota: tomado de INIA (2022).

f) Sintética

Es obtenida del cruzamiento de las tres razas de cuy (Perú, Andina e Inti), los empadres fueron realizados en el año 2021, para formar la línea materna utilizaron las razas Inti y Andina, la elección de las líneas comprendió la alta fertilidad y mayor frecuencia de partos; los cuyes machos fueron alimentados con alta densidad nutricional, para lograr una buena progenie. Se realizaron múltiples cruces, de tal manera que se obtuvo cuyes con múltiples y diferentes características; utilizar reproductoras de líneas cruzadas permite optimizar el índice productivo y se apreció el incremento del tamaño de camada, en la Figura 7 se muestra los cuyes de línea sintética (INIA, 2022).

Figura 7

Cuy de la línea sintética



Nota: tomado de INIA (2022).

2.2.3. La Carne

La carne es un producto de la actividad pecuaria rico en nutrientes esenciales para la salud humana. Según la FAO, la carne es una fuente importante de proteínas de alta calidad, vitaminas, minerales, aminoácidos, grasas y carbohidratos en pequeñas cantidades. La carne es un elemento vital en la dieta debido a su destacada composición nutricional que presenta (FAO, 2020).

La carne se define como el tejido muscular de animales sacrificados en condiciones higiénicas y sanas, destinado al consumo humano. Desde una perspectiva bromatológica, la carne es el producto resultante de la transformación del tejido muscular animal que ocurre durante el proceso de sacrificio, convirtiéndolo en un alimento apto para el consumo humano (Campos, 2018).

2.2.4. La carne de cuy

La carne de cuy es un producto animal de alta calidad y sabor excepcional, que aporta un alto contenido proteico, asimismo contiene grasas de alto valor biológico y está constituida con minerales y vitaminas, siendo una excelente fuente de nutrientes para la dieta humana (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

La edad óptima para el consumo de los cuyes es de 3 a 4 meses, durante este periodo de tiempo la carne de cuy presenta un alto contenido de proteínas, bajo porcentaje de grasa, además contiene un mínimo nivel de colesterol y triglicéridos en su masa muscular. Este período es crucial para el beneficio del cuy ya que la carne es más tierna y suave, el sabor es más intenso y agradable y el valor nutricional es máximo. Los ácidos grasos presentes en esta carne son importantes para el sistema nervioso e inmunológico, además ayuda a combatir la anemia en niños (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

2.3.4.1. Propiedades Nutricionales de la Carne de Cuy.

La carne de cuy es una excelente opción alimenticia, clasificada como carne magra debido a su bajo contenido de colesterol y su alto valor proteico, su calidad nutricional la hace apta para todas las edades y condiciones físicas, personas con restricciones dietéticas y para quienes buscan una alimentación saludable y equilibrada. El contenido de grasa presente en esta carne está por debajo del 10 %, contiene entre 20,3 % de proteína, 65 mg/100 g de colesterol con en cada 100 g, 15 mg de vitaminas del complejo B, además de aminoácidos y omega 3 (Crespo, 2012).

2.3.4.2. Composición química de la carne de cuy.

La carne de cuy es una fuente nutricional completa que satisface las necesidades diarias de proteína animal, proporciona hierro esencial para mujeres embarazadas y lactantes y para los niños en crecimiento, ofrece una rica composición de vitaminas, proteínas de alta calidad y minerales esenciales (Campos, 2018).

La carne de cuy está compuesta por proteínas 19 %; agua 78,1 %; grasa 1,6 %, también lo conforman vitaminas, dentro de las cuales está la niacina (6,50 mg), la riboflavina (0,14 mg) y la tiamina (0,06 mg), minerales 1,2; sobresaliendo el hierro (1,90 mg), calcio (29 mg), fósforo (29 mg), y zinc (1,57 mg) y el 0,1 % de carbohidratos (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

La composición química del músculo del cuy varía ligeramente según la raza. Higaonna et al. (2008), evaluó humedad, materia seca, proteína y ceniza en cuyes de raza Perú, Andina, Inti, Inka y Merino. Todos bajo una alimentación a base de forraje y concentrado (alimentación mixta). Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2*Composición química del músculo del cuy en diferentes razas*

Raza	Humedad (%)	M. seca (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)
Perú	74,41	25,59	19,34	1,16
Andina	73,90	26,10	19,26	1,09
Inti	73,76	26,24	19,14	1,11
Inca	73,84	26,17	20,36	1,13
Merino	75,58	24,42	19,86	1,13

Nota: datos tomados de Higaonna et al. (2008).

2.3.4.3. Beneficios de la carne de cuy.

Desde 1940, se ha identificado que la carne de cuy contiene una enzima llamada asparaginasa, la cual posee propiedades que pueden inhibir el crecimiento de tumores. Este hallazgo ha impulsado el interés en el uso de la carne y la sangre de cuy en el ámbito médico, especialmente en la investigación y tratamiento de enfermedades cancerígenas Villanueva (2020). La asparaginasa presente en el cuy ayuda a reducir la angiogénesis, en otras palabras, la formación de nuevos vasos sanguíneos que alimentan a los tumores, lo que la hace relevante en el control de enfermedades como la leucemia.

Además, la carne de cuy ofrece importantes beneficios nutricionales, siendo una fuente adecuada para combatir la desnutrición crónica y la anemia infantil, problemas muy comunes en diversas regiones del Perú. Esta carne contiene ácidos grasos esenciales, como el DHA (ácido docosahexaenoico) y el AA (ácido araquidónico), que son fundamentales para el desarrollo cerebral, especialmente en niños menores de 5 años, ya que contribuyen a un mayor desarrollo de neuronas y membranas celulares. Asimismo, el bajo contenido graso de la carne de cuy la convierte en una opción adecuada para personas con enfermedades cardíacas o

problemas de dislipidemia. Su alto contenido de colágeno también la hace ideal para personas que padecen de artrosis o artritis, ayudando a mantener la salud de las articulaciones (Andina, 2020).

2.3.4.4. Potencial del mercado internacional de la carne de cuy.

La a carne de cuy ha ganado reconocimiento en mercados internacionales gracias a su sabor y alto valor nutricional. Perú lidera las exportaciones de esta carne, con una participación del 71,3 % en el mercado global, consolidándose como el principal exportador mundial de carne de cuy. Desde 1994, las exportaciones peruanas han mostrado un crecimiento sostenido del 3,9 % en volumen y del 6,5 % en valor FOB, lo que refleja el creciente interés en este producto (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

2.3.4.5. Potencial nutricional de la carne de cuy.

La carne de cuy se distingue por su riqueza en proteínas, obteniendo un 21 % de su composición, y su bajo contenido de grasa, que ronda el 7 %. Estas características la convierten en un alimento ideal para personas que buscan una dieta balanceada, con bajo contenido calórico y mínimo aporte grasa. Esto la hace adecuada para quienes padecen de enfermedades cardiovasculares y obesidad, permitiendo el consumo de proteína animal sin los riesgos asociados a otras carnes con mayor contenido de grasa (Velasquez, 2013).

La tendencia hacia una alimentación saludable y baja en grasas hace que la carne de cuy sea una opción ideal para los jóvenes, ya que su contenido calórico y grasa es significativamente menor en comparación con otras carnes, haciendo referencia a la grasa, estas aportan por encima del 10 %, razón por la cual la carne de cuy es una alternativa saludable y nutritiva para quienes buscan consumir proteína animal sin comprometer su bienestar (Velasquez, 2013).

2.3.5. Calidad de la Carne

Según la norma internacional ISO 9000 (2017), la calidad se define como el grado en que un conjunto de características inherentes de un producto que cumplen con los requisitos establecidos. En otras palabras, la calidad se refiere al conjunto de características intrínsecas (propias del producto) y extrínsecas (relacionadas con el entorno).

La calidad de la carne se define por factores como la calidad sensorial (palatabilidad), donde se tiene en cuenta el olor, aspecto, ternura, firmeza, jugosidad y sabor, también se define en base a la calidad nutricional como el coeficiente magro-graso, contenido de proteínas, nivel de colesterol, presencia de vitaminas y minerales. Desde un punto de vista comestible, la calidad de la carne es subjetiva, se basa en preferencias personales, incluye factores como sabor, textura, apariencia y olor, mientras que la calidad nutricional de la carne es objetiva, se basa en criterios científicos, se considera contenido de proteínas, grasas, vitaminas y minerales (FAO, 2020).

La calidad de la carne también está influenciada por factores económicos, ya que el precio del producto suele estar relacionado con su nivel de calidad. Los productos que cumplen con estándares elevados de calidad tienden a tener un precio más alto, lo cual es relevante para mercados de exportación donde se busca un balance óptimo entre calidad y valor (Consigli, 2001).

2.3.6. Factores que influyen en la calidad de la carne

Peregrino et al. (2018), realizaron un estudio para determinar los factores que tienen influencia en la percepción de la calidad de la carne, cuyos resultados mostraron que en cada región las percepciones de calidad son diferentes; esto es debido a que el nivel de vida, cultura y tradiciones alimentarias son diferentes en cada lugar. El factor que más relevante en

la evaluación del conocimiento de la calidad de la carne, fue la suavidad, ya que una carne suave está relacionada con la raza, edad del animal y alimentación diaria.

Los factores que influyen en la calidad de la carne se dividen en dos categorías: Factores Ante Morten (cuando el animal está vivo) como la alimentación, manejo animal, raza, edad, sexo y peso. Y los factores Post Morten (después de la muerte del animal) transformación muscular en carne, métodos de procesamiento, manipulación y almacenamiento del producto (Rodríguez et al., 2007).

Desde el punto de vista sensorial, la calidad de la carne se determina mediante dos factores: Factores extrínsecos (preproducción) donde se hallan los individuales (raza, sexo y edad del animal); la manipulación (transporte, sacrificio y desangrado); la crianza (alimentación, condiciones ambientales). Factores intrínsecos (procesamiento) sacrificio, almacenamiento, etc. Estos factores intervienen en la calidad tecnológica y sensorial de la carne. Los factores fisiológicos y bioquímicos como la grasa intramolecular y subcutánea, el nivel de actividad enzimática, la CRA y pH (Peregrino et al., 2018).

2.3.7. Parámetros de la calidad en la carne

2.3.7.1. pH.

Según Hervé (2013), la calidad de un producto, incluida la carne, depende de varias características, entre ellas el pH. Este parámetro está directamente relacionado con la CRA y afecta propiedades sensoriales como la ternura, el olor y color de la carne. El pH de la carne influye significativamente en su calidad y apariencia.

Onega (2003), menciona que para medir el pH de las carnes se utiliza un pH-metro, que registra la diferencia del potencial eléctrico mediante dos electrodos, electrodo de medición y referencia. La clasificación de los electrodos de medición se da en función del

material de construcción (metal y vidrio), los electrodos de inmersión van de acuerdo a su función y forma.

Según la norma técnica peruana NTP 201-058, la carne de cuy debe cumplir con los requisitos químicos de pH que está en el rango de 5,5 - 6,4; el pH obtenido indica reservas de glucógeno adecuadas o normales en los animales y un bajo nivel de estrés durante el sacrificio INDECOPI (2006). La conservación de la carne está directamente relacionada con el grado de acidez. A un pH menor o igual a 5,8, la acidez de la carne es capaz de reducir el crecimiento bacteriano, pero a un pH de 6,4 o más, la carne se vuelve susceptible al crecimiento bacteriano excesivo, alterándola durante el proceso de conservación; pH igual a 7 (neutro); < 7 (ácida) y > 7 alcalina (Warris, 2003).

2.3.7.2. Capacidad de retención de agua (CRA).

La CRA es una propiedad crucial en tecnología alimentaria, ya que influye en el color, la terneza y jugosidad de la carne. La importancia de esta propiedad tiene un impacto económico significativo en productos cárnicos, ya que determina la calidad del producto final y la pérdida de peso durante la transformación. Además, puede indicar la presencia de bacterias y otros microorganismos que pueden afectar la seguridad alimentaria, una CRA alta (> 40 %): mayor riesgo de contaminación bacteriana, CRA moderada (30 – 40 %): riesgo moderado de contaminación bacteriana - CRA baja (<30%): menor riesgo de contaminación bacteriana (Rengifo, 2010).

La CRA es un parámetro que mide la capacidad del músculo para retener agua libre, relacionándose directamente con la jugosidad de la carne, cuando la carne contiene un alto contenido de CRA, se obtiene como resultado un producto muy jugoso y en el análisis sensorial obtiene una puntuación elevada. La textura de las carnes también se ve influenciada por la CRA (Fuentes et al., 2013).

2.3.7.3. Color de la carne.

La calidad de la carne está definida en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) por factores como su color, olor, jugosidad, etc. La edad del animal, el tipo de especie, sexo y alimentación influyen en el color de la carne. El color es el resultado de tres elementos: mioglobina (la cantidad de pigmento), metamioglobina (la forma química del pigmento) y oximioglobina (pigmento responsable del color rojo brillante de la carne fresca). El color de la carne se ve influenciado por el pH alcanzado durante la maduración, el color de la carne se vuelve más oscuro a medida que incrementa la edad del cuy, debido al incremento de mioglobina con la edad (FAO, 2020).

Uno de los factores que determinan el color de la carne y el más importante es la cantidad de mioglobina (pigmento que contiene hierro y que transporta el oxígeno por los músculos), dándole ese color rojizo a las carnes. Lo primero que nos llama la atención cuando vamos a comprar carne es su color, el cual nos da muchas pistas sobre el tipo de carne, edad, etc. (Fuentes et al., 2013)

Giese (1995) citado por Remache (2016), menciona que el color de la carne, es una característica de calidad, el consumidor establece relaciones de color-frescura y por ende color-calidad. El color de la carne se obtiene mediante el colorímetro, utilizando el sistema CIELab*, mediante las coordenadas L*, a*, b*. El parámetro L*, que va de 0 (negro) a 100 (blanco), indica el brillo del color. El valor de a* puede ser positivo ($a^* > 0$, rojo) o negativo ($a^* < 0$, verde) y el valor de b* puede ser positivo ($b^* > 0$, amarillo) o negativo ($b^* < 0$, azul).

El color de la carne depende del tipo de músculo, del contenido de mioglobina, oxidación del átomo de hierro del grupo hemo y de la desnaturalización de la globina. Este es un indicador para atribuir la calidad y edad del animal, obteniéndose una carne más oscura y dura a mayor edad debido a la mayor cantidad de mioglobina (Ramirez, 2005).

2.4. Marco conceptual

2.4.1. Importancia de la medición del pH en carnes

El pH es un indicador fundamental para evaluar la calidad y frescura de la carne. Valores elevados de pH suelen ser un signo de deterioro o contaminación, mientras que un pH más bajo puede resultar en una carne más firme y seca. Además, el pH influye directamente en la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne, afectando su jugosidad y, por ende, su peso. Un pH adecuado es crucial para la preservación de la carne, ya que limita la proliferación de bacterias y otros microorganismos potencialmente patógenos, lo que asegura una mayor estabilidad durante su almacenamiento y transporte. Los valores de pH varían de acuerdo a diversos factores, como es el tipo de carne, la raza, la edad y el sexo del animal, lo cual debe ser considerado para optimizar su manejo y procesamiento (FAO, 2014).

2.4.2. Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA es un parámetro esencial que mide la cantidad de agua que permanece en el tejido muscular después de ser procesado. Esta característica es determinante para mantener la jugosidad y frescura de la carne, afectando su textura y consistencia, lo cual influye directamente en la experiencia sensorial del consumidor. Una mayor CRA no solo contribuye a una carne más jugosa, sino que también incrementa el peso del producto final, mejorando su rendimiento comercial. Este parámetro es clave para establecer las condiciones óptimas de procesamiento y almacenamiento, permitiendo que la carne mantenga su calidad durante la cadena de distribución (Fuentes et al., 2020).

2.4.3. Color en carnes

El color de la carne es uno de los principales atributos visuales que los consumidores asocian con la frescura y la calidad del producto. Físicamente, el color se define por la manera en que la luz se refleja o transmite a través de la carne, dependiendo de su composición y estado. Este atributo es un indicador inmediato de frescura y es determinante para la aceptación

del producto en el mercado. Un color adecuado puede sugerir un manejo y conservación óptimos, mientras que cambios indeseables en el color pueden desalentar a los consumidores, incluso si otros parámetros de calidad son satisfactorios (Rettig, 2014).

2.4.4. Hierro:

El hierro en la carne se presenta en dos formas principales: el hierro hemínico y el no hemínico. El hierro hemínico, que proviene de la hemoglobina y la mioglobina, es el tipo más común en los alimentos de origen animal, incluyendo la carne de cuy. Este tipo de hierro es particularmente importante porque es más fácilmente absorbido por el organismo humano. La presencia de hierro hemínico en la carne es crucial para mantener una dieta equilibrada y prevenir la anemia, ya que contribuye significativamente a la formación de glóbulos rojos y al transporte de oxígeno en la sangre (Chauca, 2023).

2.4.5. Proteína:

La proteína es un componente esencial de la carne, formado por largas cadenas de aminoácidos que desempeñan funciones vitales en el cuerpo humano. Las proteínas de origen animal, como las presentes en la carne de cuy, son de alto valor biológico, lo que significa que contienen todos los aminoácidos esenciales necesarios para el crecimiento y la reparación de tejidos. Estas proteínas son fundamentales para la estructura, el funcionamiento y la regulación de los tejidos y órganos del cuerpo. Además, son indispensables para la síntesis de enzimas, hormonas y otros compuestos biológicamente activos, lo que las convierte en un nutriente clave para una dieta equilibrada (Valero et al., 2014).

2.5. Hipótesis

La carne de cuy macho a los 100 días de edad presenta los mejores valores de las variables fisicoquímicas .

2.6. Operacionalización de variables

Implica descomponer los elementos que componen la estructura de la hipótesis, y especialmente las variables; la operacionalización se logra cuando las variables se descomponen en dimensiones y estas a su vez se transforman en indicadores que permiten la observación y medición directa. Significa definir claramente cómo se observará y medirá cada característica del estudio, a través de la operacionalización se definen los aspectos y elementos que se desean cuantificar, conocer y registrar con el fin de llegar a conclusiones (Ávalos, 2014); en la Tabla 3 se observa la operacionalización de variables independientes y dependientes de la presente investigación.

Tabla 3

Operacionalización de variables

Tipo de variables	Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumento o método
Independiente	Edad	Tiempo	Días	Calendario
	Sexo	-	Aparato reproductor	Observación
Dependiente	Parámetros fisicoquímicos	pH	Ácido, neutro o base	pH-metro
		Capacidad de retención de agua	(%)	Adición de sales (NaCl)
		Color	L* a* b*	Colorímetro
		Hierro	g/100 g de muestra	Método Kjeldahl.
		Proteína	(%)	Absorción atómica

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue básica, ya que buscó explicar la relación causal entre la variable independientes cualitativa el sexo y cuantitativa a la edad y como variables dependientes pH, CRA y color.

3.1.2. Nivel de investigación

Nivel explicativo: se buscó explicar como la edad y el sexo influye en sus características fisicoquímicas de calidad en la carne fresca de cuy.

3.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue de tipo experimental, enfocado en analizar la calidad fisicoquímica de la carne de cuyes machos y hembras de 80, 90 y 100 días de edad (Figura 8). Se empleó un diseño factorial sin aleatorización, sacrificando a 10 cuyes machos y 10 cuyes hembras por cada grupo de edad para reducir el margen de error. Posterior al sacrificio se analizó pH, CRA y Color de la carne, mediante un análisis destructivo. Al cuy que presentó las mejores características fisicoquímicas se le efectuó un análisis adicional de proteína y hierro. La Figura 9 muestra el esquema del diseño experimental utilizado en esta investigación.

Figura 8

Diseño de contrastación de la parte experimental de la investigación

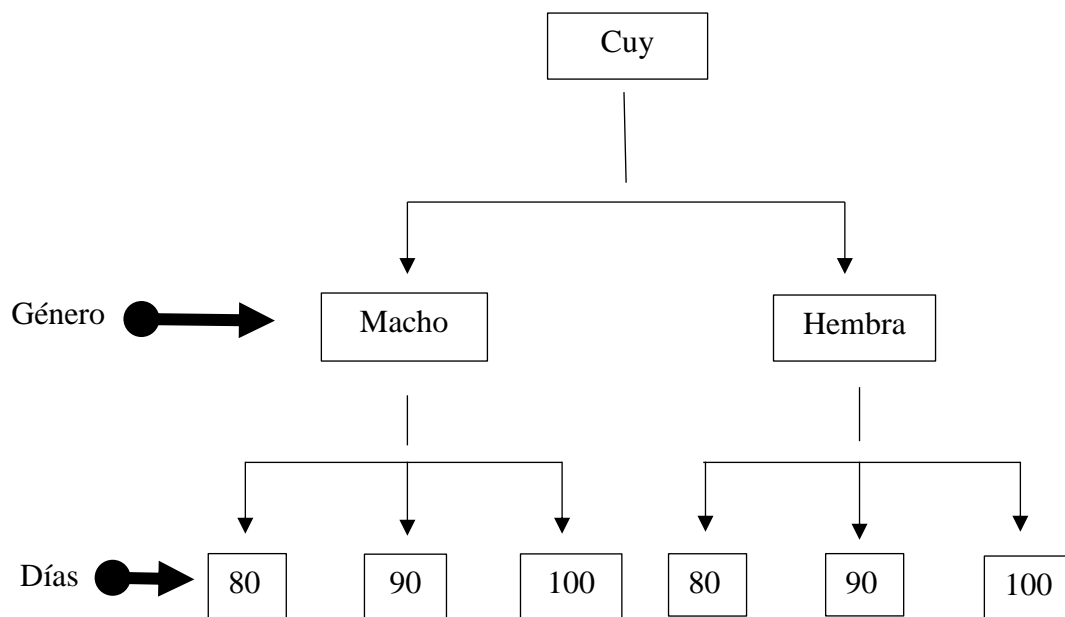
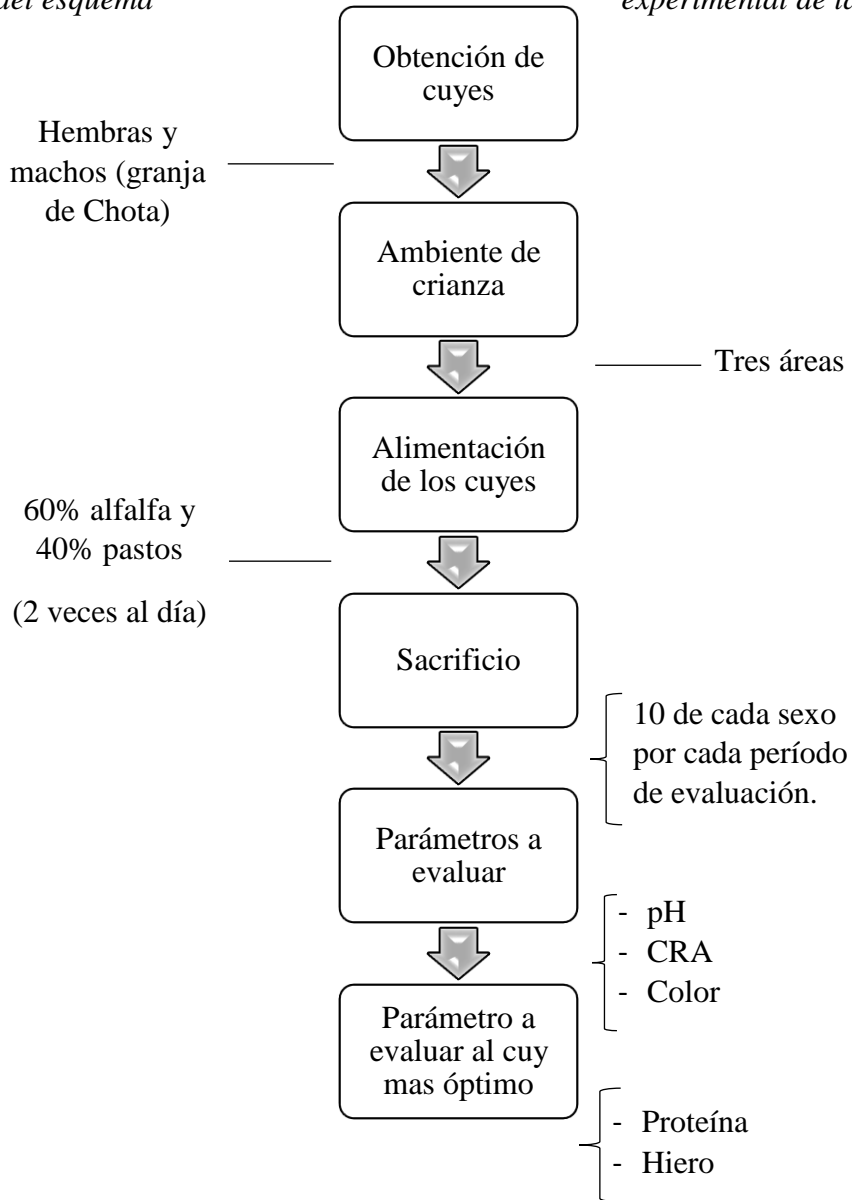


Figura 9

Diseño del esquema

experimental de la investigación



3.3. Métodos de investigación

La investigación cuantitativa requiere la aplicación de datos que se puedan cuantificar, es decir datos numéricos; debido a que se trabaja con universos grandes se requiere tomar muestras para la validación. Los datos numéricos pueden ser medidos a través de análisis estadísticos Iglesias & Cortés (2005), esta investigación adoptó un enfoque cuantitativo, caracterizado por la recolección de datos numéricos que permiten el análisis estadístico y la validación de resultados; se generaron datos cuantificables a partir de los análisis fisicoquímicos realizados sobre la carne de cuy, específicamente el pH, CRA y el color, así como los análisis de proteína y hierro en el cuy que presentó las mejores características fisicoquímicas.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población del estudio consistió en cuyes machos y hembras (25 a 30 días de edad) de la raza peruano, obtenidos de la granja "Rosita", propiedad de la señora Vilma Rosa Barboza de Cieza; ubicada en la comunidad de Nueva Unión Cañafisto, perteneciente al centro poblado de Cuyumalca, distrito y provincia de Chota, en la región Cajamarca (ver Figura 10).

Figura 10

Ubicación de población y toma de muestras de cuyes



Nota: tomado de Google Earth Pro (2024).

3.4.2. Muestra

Para la crianza de los cuyes, se acondicionaron tres áreas específicas, cada una destinada a uno de los periodos de evaluación (80, 90 y 100 días de edad). En cada área, los cuyes hembras y machos se mantuvieron separados para evitar la reproducción. La alimentación se basó en una dieta tradicional compuesta por 60 % de alfalfa y 40 % de pastos, administrando 200 g diarios por cuy, divididos en dos raciones (mañana y noche). La muestra utilizada para los análisis incluyó la carne de 60 cuyes, distribuidos en 30 hembras y 30 machos.

3.4.3. Muestreo

El muestreo fue de tipo no probabilístico, ya que la selección de los cuyes no se realizó de manera aleatoria, sino que se eligieron según características específicas como la edad y el sexo. Los grupos se conformaron con 10 cuyes hembras y 10 cuyes machos para cada uno de los periodos de evaluación (80, 90 y 100 días de edad), asegurando una representación equilibrada de las variables en estudio.

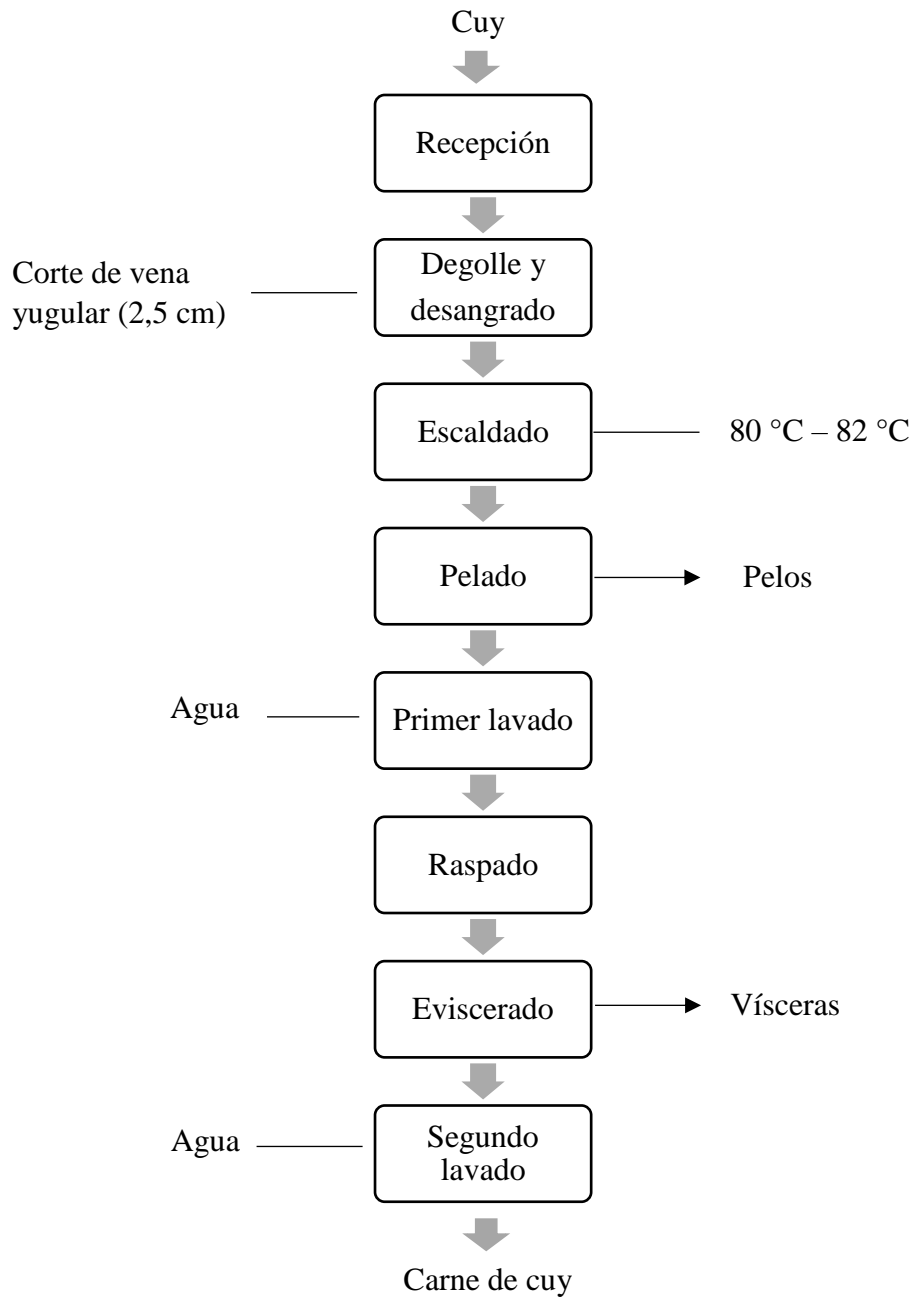
- **Criterios de inclusión:** Se incluyeron cuyes machos y hembras de la raza peruano, con edades de 80, 90 y 100 días de edad.
- **Criterios de exclusión:** Se excluyeron cuyes que estuvieran gestantes y aquellos que presentaran signos de enfermedad.

3.4.3.1. Obtención de la carne de cuy

La Figura 11 muestra el diagrama del proceso de beneficio del cuy, que detalla los pasos seguidos para obtener la carne y realizar posteriormente los análisis fisicoquímicos, asegurando la calidad y consistencia de los datos recolectados.

Figura 11

Diagrama de beneficio del cuy



3.4.3.2. Descripción del diagrama de flujo para la obtención de la carne de cuy para realizar los análisis fisicoquímicos.

- **Recepción de la materia prima:** los cuyes fueron recepcionados y se verificó que estén sanos, correspondan al sexo y edad para el periodo de evaluación consignado.

Figura 12

Materia prima



- **Degolle y desangrado:** se realizó un corte fino de aproximadamente 2,5 cm en la yugular del cuy, el tiempo de desangrado dura de 4 – 6 minutos.

Figura 13

Degolle y desangrado del cuy



- **Escaldado:** se calentó agua hasta una temperatura de 80 – 82 °C, para facilitar el pelado.

Figura 14

Escaldado del cuy



- **Pelado:** el cuy se sumergió en el agua caliente de 5 a 10 segundos y se procedió a retirar el pelo de manera uniforme.

Figura 15

Pelado del cuy



- **Primer lavado:** se realizó con abundante agua para retirar todo el pelo que quedó adherido al cuerpo del cuy.

Figura 16

Primer lavado del cuy



- **Raspado:** se realizó con un cuchillo con mucho cuidado para eliminar los pelos pequeños que no se desprendieron de la piel durante el pelado.

Figura 17

Raspado del cuy



- **Eviscerado:** se realizó un corte fino en la parte superior del abdomen, evitando el corte del estómago e intestinos y se extrajo las vísceras con sumo cuidado para evitar la contaminación de la carcasa.

Figura 18

Eviscerado del cuy



- **Segundo lavado:** en esta operación aseguramos que la carcasa quede totalmente limpia de materia extraña, utilizando abundante agua.

Figura 19

Segundo lavado del cuy



- **Carne de cuy:** la carne fue trasladada hasta el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial para realizar los análisis fisicoquímicos correspondientes.

Figura 20

Carne de cuy



3.4.4. Análisis fisicoquímicos

3.4.4.1. Determinación de pH.

La determinación del pH se realizó siguiendo el método descrito por Szerman et al. (2008). Se extrajo carne de varias partes del cuerpo del cuy, se pesó 5 g, se añadió 25 ml de agua destilada y se licuó, luego se colocó en un vaso de precipitación de 100 ml y se introdujo en la muestra diluida el pH-metro, finalmente se efectuó la medida del pH. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología de carnes y Panificación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH).

3.4.4.2. Determinación la CRA.

La CRA se determinó utilizando el método modificado descrito por Pietrzak et al. (1997), basado en el procedimiento de Jauregui et al. (1981). Se extrajo la carne de todas las partes del cuerpo del cuy, se molió en un mortero hasta obtener una textura fina y uniforme, luego se pesó 5 g de carne y se colocó en tubos falcón, se añadió 8 ml de cloruro de sodio (NaCl) a 0,6 molar y con una varilla de vidrio se agitó durante 1 min, a continuación los tubos se colocaron en refrigeración a 5 °C durante 30 min, pasado este tiempo los tubos fueron agitados nuevamente por 1 min, después las muestras fueron centrifugadas a 3600 rpm durante 25 min, finalmente se calculó el % de CRA midiendo el volumen del sobrenadante. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Tecnología de carnes y Panificación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH.

Fórmula para determinar la cantidad de NaCl

$$m = M * pm * v$$

Donde:

m = masa (cantidad de sal a utilizarse)

M = molaridad

pm = peso molecular

v = volumen

Fórmula para determinar el porcentaje de CRA

$$\%CRA = \left(\frac{Va - Vs}{P1} \right) * 100$$

Donde:

Va = Volumen de la solución salina añadida

Vs = Volumen del sobrenadante

P1 = Peso de la muestra

3.4.4.3. Determinación de color.

El color de la carne de cuy se evaluó utilizando un espectrofotómetro en el espacio de color CIE L^* a^* b^* , conforme al procedimiento descrito por Remache (2016). Antes de cada medición, el espectrofotómetro fue calibrado utilizando superficies de referencia negra y blanca, asegurando así la precisión de los resultados. Las mediciones se realizaron aplicando la sonda colorimétrica directamente sobre la superficie del músculo *psaos mayor* derecho (pierna derecha) de la carne de cuy. El sistema de espectrofotometría recoge los valores CIE (X, Y, Z) del espectro visible y, a partir de ellos, calcula las coordenadas de color L^* , a^* y b^* . El parámetro L^* indica la luminosidad, variando entre 0 (negro) y 100 (blanco), reflejando el brillo de la carne. El valor de a^* mide la intensidad del color en la escala rojo-verde, siendo positivo ($a^* > 0$) para tonalidades rojas y negativo ($a^* < 0$) para verdes. Por su parte, el valor de b^* representa la intensidad en la escala amarillo-azul, con valores positivos ($b^* > 0$) para el amarillo y negativos ($b^* < 0$) para el azul. Cada medición se realizó por triplicado para asegurar la consistencia y precisión de los resultados.

3.4.4.4. Determinación de proteína y hierro.

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C de la Universidad Nacional de Trujillo. Para la determinación del contenido de proteína, se aplicó la norma NTP-ISO 5983:2013, que utiliza el método de Kjeldahl para medir el contenido de nitrógeno y calcular la cantidad de proteína cruda presente en la carne. La determinación de hierro se determinó según la NTP 121.011:2017. determinación de hierro total por reducción con cloruro estañoso y titulación con dicromato de potasio.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

3.5.1.1. Observación.

Ñaupas et al. (2018), definen la observación como un proceso de conocimiento profundo de la realidad, que se realiza a través del contacto directo entre el investigador y el fenómeno de estudio, utilizando los sentidos, como la vista, el olfato, el oído y el tacto. A diferencia de simplemente ver o mirar, que son funciones naturales, la observación implica un análisis activo y una reflexión constante sobre lo observado. Es un proceso intencionado que requiere atención a los detalles, sucesos, eventos e interacciones para obtener una comprensión más precisa y detallada del objeto de estudio.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se acumula los datos e informaciones, a través de preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado. Asumen diferentes formas de acuerdo con las técnicas que le sirven de base Ñaupas et al. (2018). Durante el desarrollo del presente estudio se tuvo una hoja de registro, donde se anotó los resultados obtenidos de cada análisis realizado para cada periodo de tiempo en la que se evaluarán las características fisicoquímicas de los cuyes. Los instrumentos de recolección de datos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnicas	Instrumentos	Recolección de Datos
Observación directa	Ficha de observación	Número de cuyes a adquirir
Recolección de información	Libros, formatos impresos, artículos científicos, tesis, etc.	Propiedades fisicoquímicas de la carne de cuy
Análisis fisicoquímicos (pH, CRA y color)	Hoja de registro	En cada periodo de evaluación (80, 90 y 100 días)
Análisis de proteína y hierro	Informe técnico	Cuy hembra 100 días

3.5.3. Equipos, materiales e insumos**3.5.3.1. Equipos.**

Centrífuga (Marca: FARLAB); pH-metro (Marca: APERA); Espectrofotómetro PCE-CSM 8; Balanza analítica (Marca: Sartorius); Refrigeradora (Marca: LG) y Licuadora (Marca: Oster)

3.5.3.2. Materiales.

Mortero, tubos falcón, probetas, pipetas, vasos de precipitación tablas de picar, cuchillos, espátula, varilla de agitación, placas Petri, matraces y gradillas.

3.5.3.3. Insumos.

Agua destilada y cloruro de Sodio (NaCl).

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. *Diseño estadístico*

El diseño estadístico utilizado fue un esquema experimental, en el que se analizaron cuyes alimentados de manera tradicional, organizados en dos niveles (hembras y machos) y evaluados en tres periodos de tiempo (80, 90 y 100 días de edad). Este diseño no incluyó aleatorización, porque los grupos estaban previamente definidos.

Para asegurar la validez de los análisis estadísticos, se verificó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de los residuales. Al confirmarse estos supuestos, se aplicó la prueba paramétrica de ANOVA (análisis de varianza) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los grupos. Posteriormente, se realizó una prueba post-hoc de diferencias mínimas significativas con un nivel de confianza del 95 % para identificar diferencias específicas entre las medias. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey fue empleada para identificar las diferencias significativas entre los tratamientos. El análisis de datos se realizó utilizando el software MINITAB 19, que facilitó la interpretación y representación de los resultados obtenidos. En la Tabla 5 se aprecian los factores y niveles empleados en el diseño estadístico de la investigación.

Tabla 5

Factores y niveles

	Factores	Niveles
1	Género	Macho
		Hembra
2	Edad (días)	80
		90
		100

Tabla 6*Edad de sacrificio de los cuyes*

Género	Edad de sacrificio de los cuyes (días)	Número de cuyes sacrificados
Hembra	80	10
Macho	80	10
Hembra	90	10
Macho	90	10
Hembra	100	10
Macho	100	10

**Nota:* para determinar la calidad más óptima de la carne del cuy se tuvo en cuenta la CRA (mayor CRA carne más jugosa) y el pH (mayor a 5,5 y menor a 6,4) NTP 201-058.

3.6.2. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de los datos se empleó el software estadístico MINITAB 19, el cual nos permitió visualizar los resultados obtenidos a través de gráficos y tablas.

3.7. Aspectos éticos

Las actividades para la obtención de los cuyes, la crianza y sacrificio de estos se desarrollaron teniendo en cuenta el Art. 9° del Reglamento General de Código de Ética para la Investigación Científica en la UNACH:

El profesional encargado de la presente investigación llevó una capacitación adecuada sobre el correcto cuidado y sacrificio del cuy. Durante la obtención de muestras, el transporte hasta los establecimientos de crianza y el sacrificio del cuy se realizaron con sumo cuidado protegiendo su integridad física y bienestar del animal; se realizó un adecuado transporte y se verificó que su alojamiento este limpio y seguro para evitar riesgos a enfermedades. Para el alojamiento de los cuyes se contó con un área amplia dividida en subáreas para pequeños

grupos, facilitando su adaptación a los nuevos ambientes. La manipulación de los cuyes durante el sacrificio fue mínima; evitando el sufrimiento de estos, la obtención de la carne se realizó en un ambiente amplio y limpio, para evitar la contaminación de la carne.

Dentro de los aspectos éticos que se aplicaron durante el desarrollo de esta investigación estuvieron:

- La veracidad: dentro del estudio se consideró como uno de los principales requisitos para que el trabajo académico sea totalmente transparente y confiable, sin que los datos sean manipulados o adulterados, a fin de que los nuevos conocimientos adquiridos sean utilizados en investigaciones futuras.
- La originalidad: durante el desarrollo de este estudio se tuvo en cuenta la correcta citación de los estudios de investigación tomados como referencia para el desarrollo del tema, según Normas APA. 7ª edición, para demostrar la inexistencia de plagio y la originalidad del presente estudio.
- La objetividad: la objetividad de este estudio se basó en que los análisis fueron realizados bajo criterios técnicos, con procedimientos verificados científicamente, para que de esta manera se obtenga información verdadera.
- La confidencialidad: durante el desarrollo del estudio se aseguró la protección de la información evitando que otras personas tengan acceso a los registros de investigación y a los contribuyentes que de manera voluntaria accedieron a participar y a contribuir a que la investigación se desarrolle de una manera adecuada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. ANOVA para el pH

En la Tabla 7 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de la variable de respuesta pH en relación con la edad (80, 90 y 100 días) y el sexo (hembras y machos) de los cuyes evaluados. Los resultados indican que tanto la edad como el sexo tienen un efecto significativo sobre el pH de la carne ($p < 0,05$). Sin embargo, la edad tiene la mayor influencia sobre el pH, con una suma de cuadrados ajustada (SC Ajust.) de 0,31687 y un valor F de 797,34, lo que sugiere que las diferencias en el pH están principalmente relacionadas con las variaciones de edad entre los cuyes. Por su parte, el sexo también es significativo (Valor $p = 0,000$), aunque su impacto es menor, como lo muestra su SC Ajust. de 0,01633 y un valor F de 82,21.

Tabla 7

ANOVA de la variable de respuesta pH de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes

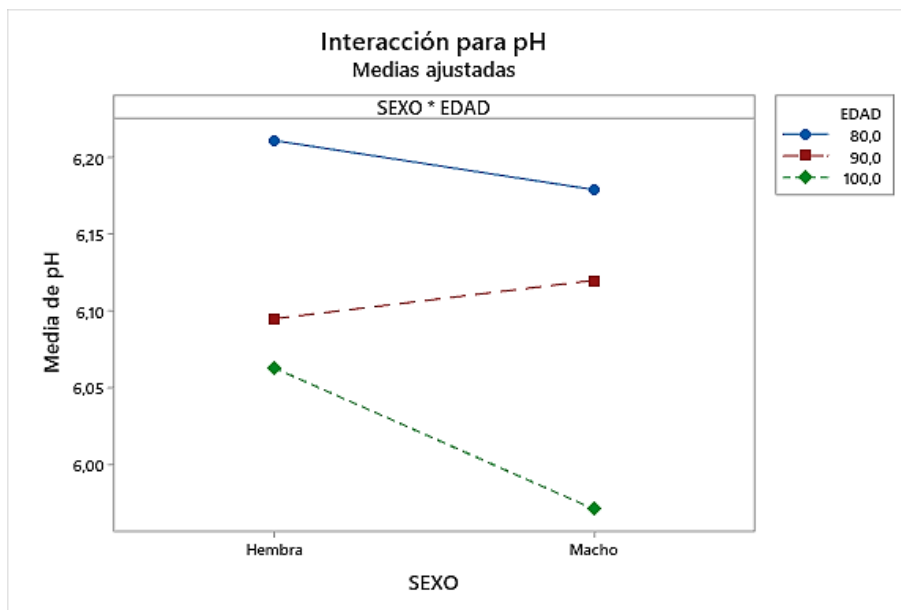
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0,36743	0,073487	369,83	0,000
Lineal	3	0,33320	0,111068	558,96	0,000
SEXO	1	0,01633	0,016335	82,21	0,000
EDAD	2	0,31687	0,158435	797,34	0,000
Interacciones de términos	2	0,03423	0,017115	86,13	0,000
SEXO*EDAD	2	0,03423	0,017115	86,13	0,000
Error	54	0,01073	0,000199		
Total	59	0,37816			

La Figura 21 muestra las medias ajustadas del pH de la carne de cuy en función de la edad y sexo. Se observa que, a los 80 y 100 días de edad, la carne de las hembras presentó un pH más elevado (6,21 y 6,06 respectivamente) en comparación con la carne de los machos

(6,18 y 5,97). Sin embargo, a los 90 días, esta tendencia se invierte, ya que los machos alcanzan un pH de 6,12 ligeramente superior al de las hembras (6,10). Además, se evidencia una disminución progresiva del pH en ambos sexos a medida que aumenta la edad. En las hembras, el pH desciende de 6,21 a 6,06, mientras que en los machos el pH baja de 6,18 a 5,97.

Figura 21

Análisis de la variable de respuesta pH de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes

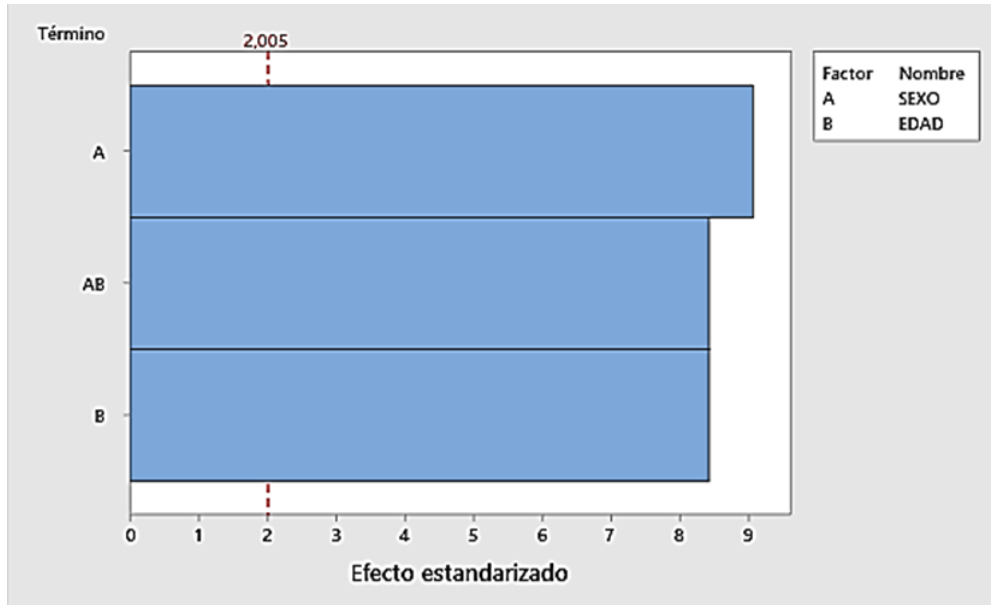


Nota: en la figura se presenta el comportamiento del pH en carne de cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

La Figura 22 presenta el diagrama de Pareto, que muestra los efectos estandarizados de las variables independientes (edad y sexo) sobre el pH de la carne de cuy, con una significancia de $p \leq 0,05$. Se observa que tanto los efectos individuales de la edad y el sexo, como su interacción, son estadísticamente significativos. El efecto de la edad es el más pronunciado, superando considerablemente al del sexo. Esto sugiere que la variabilidad en el pH de la carne está más influenciada por la edad del cuy que por su sexo. La diferencia en la magnitud de estos efectos se evidencia con mayor claridad en la Figura 23, donde se detallan los efectos principales de cada variable sobre el pH.

Figura 22

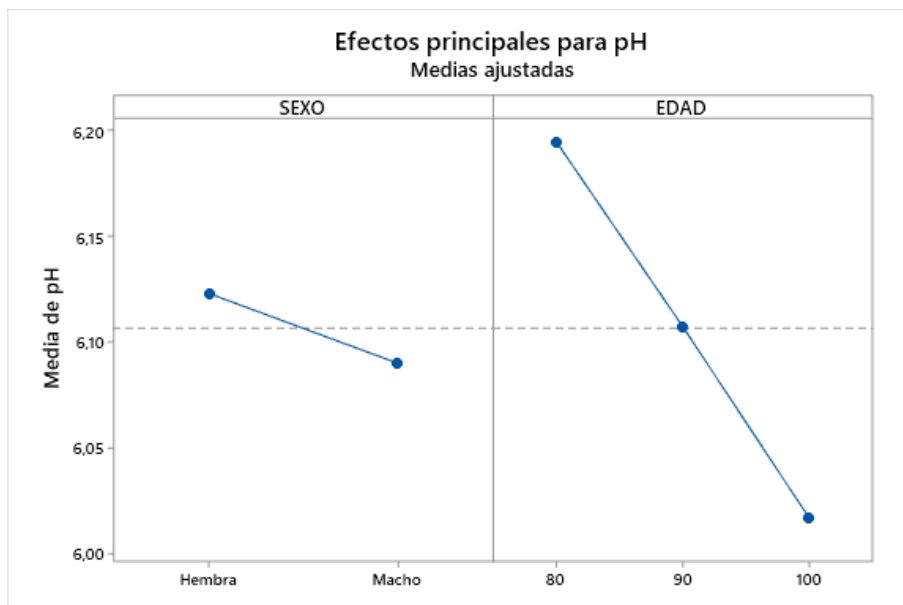
Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta pH de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes



Nota: Diagrama de Pareto, A: Sexo, B: edad y AB: interacción de sexo y edad.

Figura 23

Efectos principales de las variables independientes en el pH de la carne de los cuyes



Nota: en la figura se presenta los efectos principales de las variables edad y sexo en el pH de carne de cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

4.1.2. ANOVA para la Capacidad de Retención de Agua (CRA)

El análisis de varianza para la CRA de la carne de cuy, presentado en la Tabla 8, muestra que tanto la edad como el sexo de los cuyes producen efectos estadísticamente significativos sobre la CRA ($p < 0,05$). La edad es el factor con mayor influencia, como lo evidencia su suma de cuadrados ajustada (SC Ajust.) de 5132,97 y un valor F de 5898,04, superando considerablemente la influencia del sexo, que presenta una SC Ajust. de 603,00 y un valor F de 1385,75.

Tabla 8

ANOVA de la variable de respuesta CRA de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes

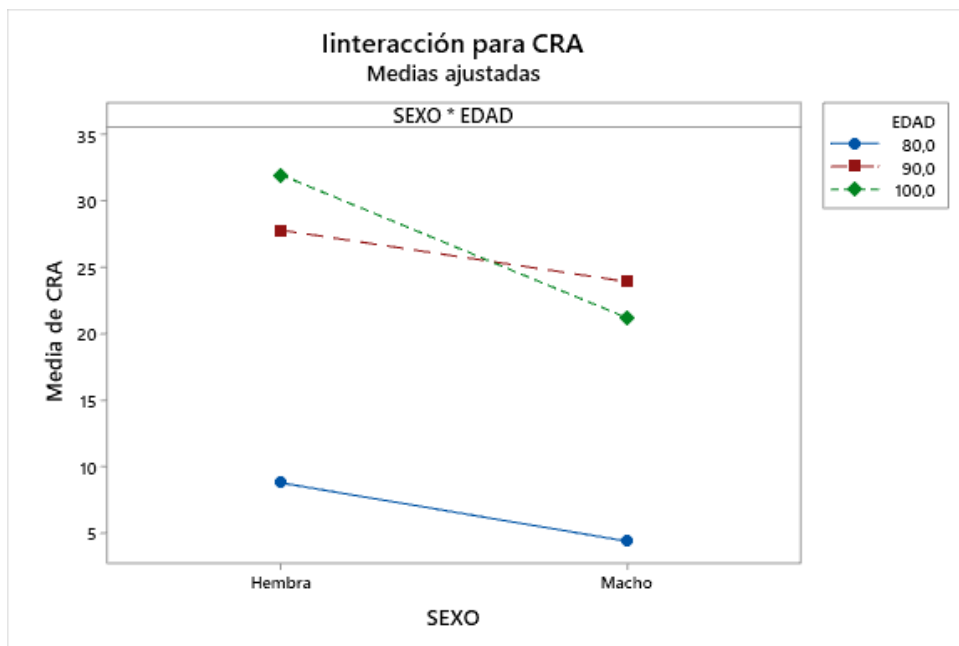
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	5882,74	1176,55	2703,83	0,000
Lineal	3	5735,97	1911,99	4393,95	0,000
SEXO	1	603,00	603,00	1385,75	0,000
EDAD	2	5132,97	2566,49	5898,04	0,000
Interacciones de 2 términos	2	146,77	73,39	168,65	0,000
SEXO*EDAD	2	146,77	73,39	168,65	0,000
Error	54	23,50	0,44		
Total	59	5906,24			

La Figura 24 muestra la interacción entre el sexo y la edad de los cuyes en relación con la CRA. Se observa que la carne de los cuyes hembras presentaron porcentajes de CRA superiores a los de los machos en todos los periodos evaluados: 8,79 %, 27,78 % y 31,95 % para 80, 90 y 100 días de edad, respectivamente. En contraste, la carne de los machos presenta porcentajes de CRA menores, con valores de 4,40 % a los 80 días, 23,91 % a los 90 días y 21,19 % a los 100 días. Además, se aprecia un incremento progresivo en la CRA de las hembras con el aumento de la edad, pasando de 8,79 % a los 80 días a 31,95 % a los 100 días. En el caso

de los machos, la tendencia no es la misma, ya que el porcentaje de CRA aumenta de 4,40 % a 23,91 % entre los 80 y 90 días, pero luego disminuye a 21,19 % a los 100 días. Estos resultados sugieren que la edad tiene un efecto diferenciado sobre la CRA según el sexo, siendo las hembras más consistentes en el incremento de retención de agua con la edad.

Figura 24

Análisis de la variable de respuesta CRA de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes



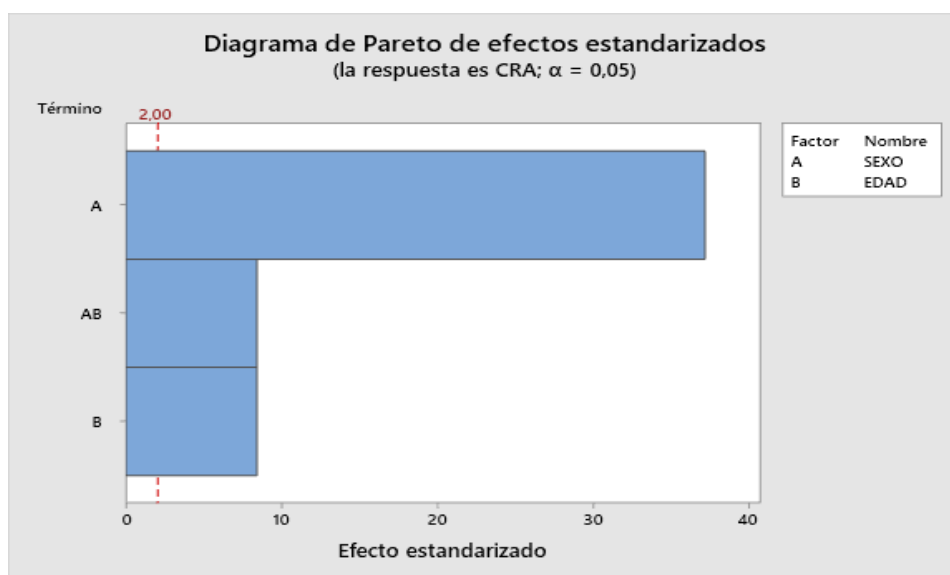
Nota: en la figura se presenta el comportamiento de la CRA de la carne de los cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

En la Figura 25 se muestra el diagrama de Pareto, que evidencia los efectos estandarizados de las variables independientes (edad y sexo) sobre la CRA de la carne de cuyes hembras y machos, con un nivel de significancia de $p \leq 0,05$. Los resultados indican que tanto los efectos individuales de la edad y el sexo como su interacción son estadísticamente significativos. El efecto de la edad es el más relevante, superando de forma considerable al del sexo, lo que sugiere que la variabilidad en la CRA está mayormente influenciada por la edad de los cuyes. Esta diferencia en la magnitud de los efectos se observa con mayor claridad en la Figura 26, que presenta los efectos principales de cada variable sobre la CRA. Se puede

apreciar que, a medida que la edad de los cuyes aumenta de 80 a 100 días, la CRA incrementa notablemente, especialmente entre los 80 y 90 días, donde se registra el mayor cambio. Por otro lado, la CRA es consistentemente mayor en hembras en comparación con machos, lo que refuerza la importancia del sexo como un factor relevante, aunque secundario frente a la edad.

Figura 25

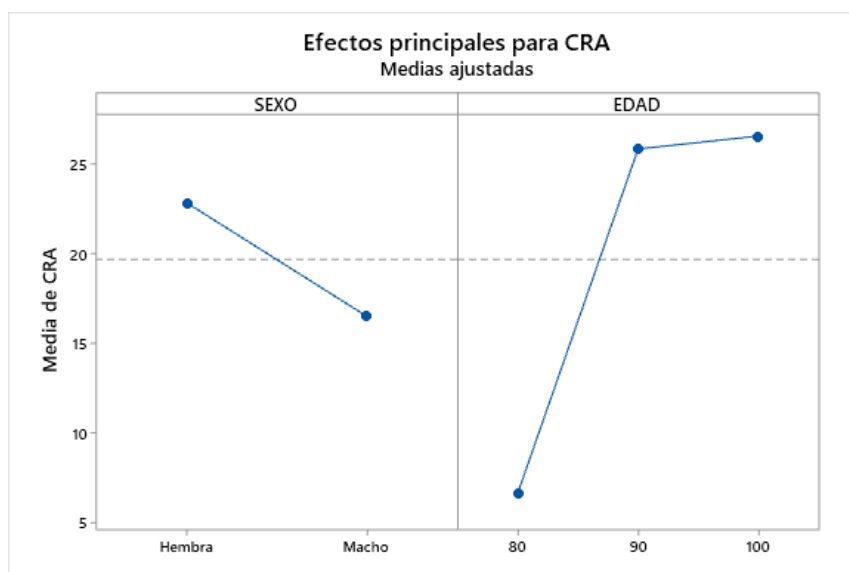
Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta CRA de la carne en función a la edad y de los cuyes



Nota: Diagrama de Pareto, A: Sexo, B: edad y AB: interacción de sexo y edad.

Figura 26

Efectos principales de las variables independientes en la CRA de la carne de los cuyes



Nota: en la figura se presenta los efectos principales de las variables edad y sexo en la CRA de carne de cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

4.1.3. ANOVA para el color: $L^* a^* b^*$

4.1.3.1. ANOVA del índice de color L^*

En la Tabla 9 se presenta el ANOVA del índice de color L^* (luminosidad) presente en el músculo *Psoas mayor* derecho (pierna derecha) de los cuyes hembras y machos estudiados en la presente investigación. Se muestra que tanto la edad como el sexo influyen significativamente en la luminosidad de la carne de cuy ($p < 0,05$), siendo la edad el factor más determinante.

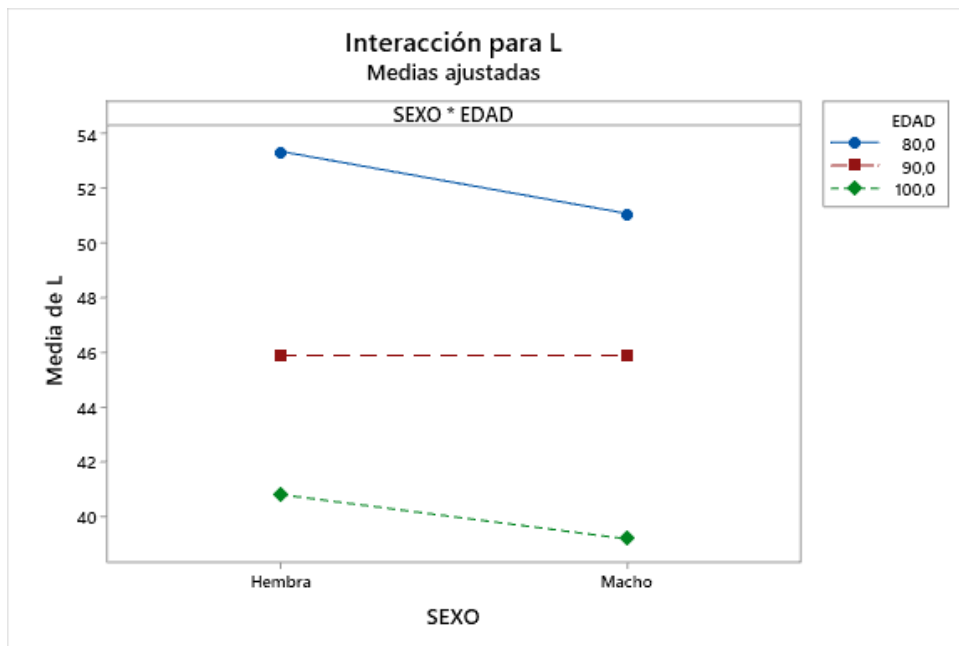
Tabla 9*ANOVA de la variable de respuesta L* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	443,319	88,664	200,36	0,000
Lineal	3	438,679	146,226	330,43	0,000
SEXO	1	14,504	14,504	32,78	0,000
EDAD	2	424,175	212,088	479,26	0,000
Interacciones de 2 términos	2	4,639	2,320	5,24	0,008
SEXO*EDAD	2	4,639	2,320	5,24	0,008
Error	54	23,897	0,443		
Total	59	467,215			

En la Figura 27, se observa que la carne de cuyes hembras presenta mayor luminosidad en comparación con la de los machos en todos los periodos de edad evaluados, con valores de 53,36 a los 80 días, 45,91 a los 90 días y 40,82 a los 100 días, mientras que los machos registraron 51,08, 45,89 y 39,19 en los mismos periodos, respectivamente. Además, se evidencia una disminución progresiva y significativa en la luminosidad de la carne de ambos sexos a medida que aumenta la edad, siendo más marcada entre los 80 y 100 días. Sin embargo, entre los 90 días, la reducción de la luminosidad es mínima, lo que sugiere que la mayor pérdida de brillo se produce en las fases iniciales y finales del periodo de evaluación. Esto indica que la edad del cuy tiene un efecto relevante sobre la apariencia visual de la carne, siendo más evidente en la fase de envejecimiento.

Figura 27

Análisis de la variable de respuesta L de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes*

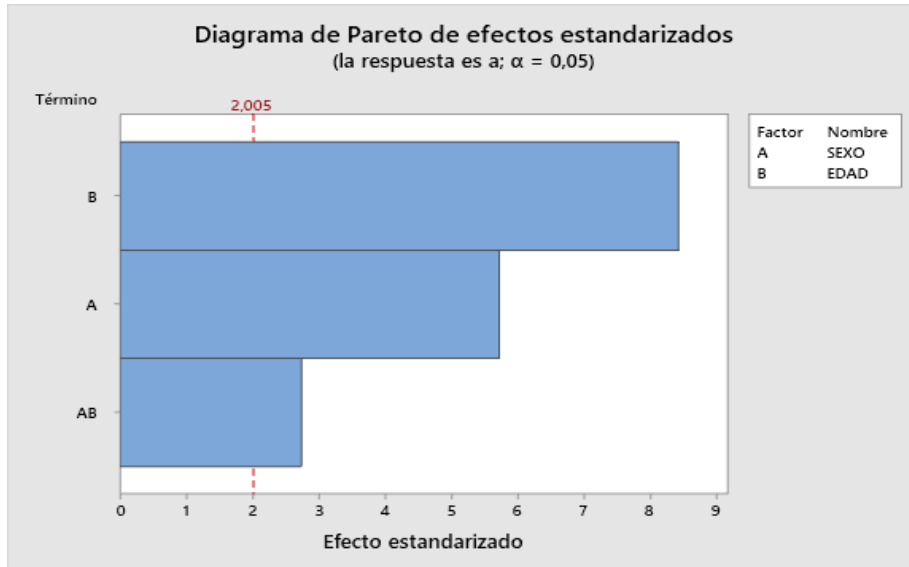


Nota: en la figura se presenta el comportamiento del índice de color L* (luminosidad) de la carne del músculo *Psoas mayor* derecho (pierna derecha) de los cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

La Figura 28 muestra el diagrama de Pareto, evidenciando los efectos estandarizados de las variables edad y sexo sobre el índice de color L* (luminosidad) de la carne de cuy, con un nivel de significancia de $p \leq 0,05$. Se observa que tanto la edad como el sexo, así como su interacción, tienen un impacto significativo en la luminosidad de la carne, siendo la edad el factor con mayor influencia. Esta diferencia en la magnitud de los efectos se puede visualizar con mayor claridad en la Figura 29, donde los efectos principales muestran que la luminosidad de la carne disminuye considerablemente con el aumento de la edad, mientras que la diferencia de luminosidad entre sexos, aunque significativa, es menor. Esto indica que la edad es el principal determinante de la variación en la luminosidad de la carne de cuy.

Figura 28

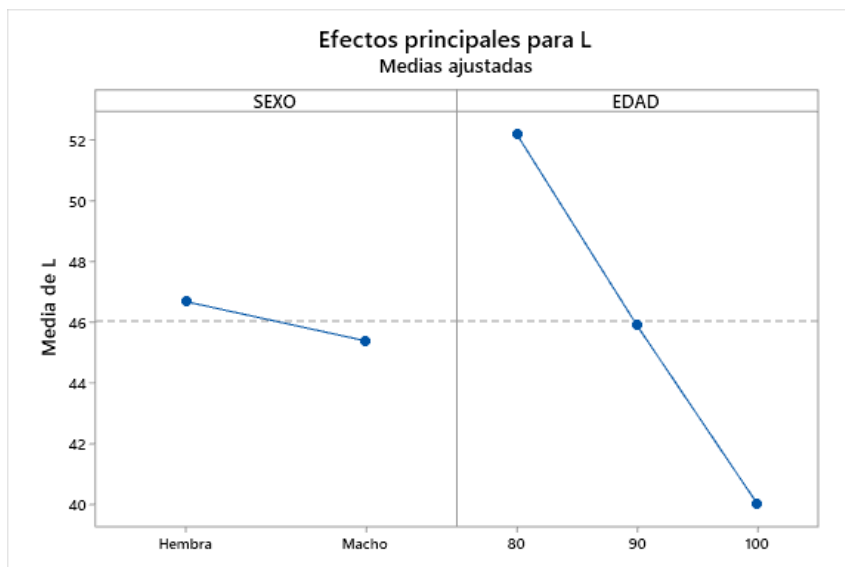
Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta L^* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes



Nota: Diagrama de Pareto, A: Sexo, B: edad y AB: interacción de sexo y edad.

Figura 29

Efectos principales de las variables independientes en el índice de color L^* de la carne de los cuyes



Nota: en la figura se presenta los efectos principales de las variables edad y sexo en el índice de color L^* de carne de cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

4.1.3.2. ANOVA del índice de color a*

En la Tabla 10 se presenta el análisis de varianza del índice de color a* (componente rojo/verde) presente en el músculo *Psoas mayor* derecho (pierna derecha) de los cuyes hembras y machos estudiados en la presente investigación. Se observó que tanto la edad como el sexo, influyeron de manera significativa ($p < 0,05$) en las coordenadas a*; la edad es significativamente mayor.

Tabla 10

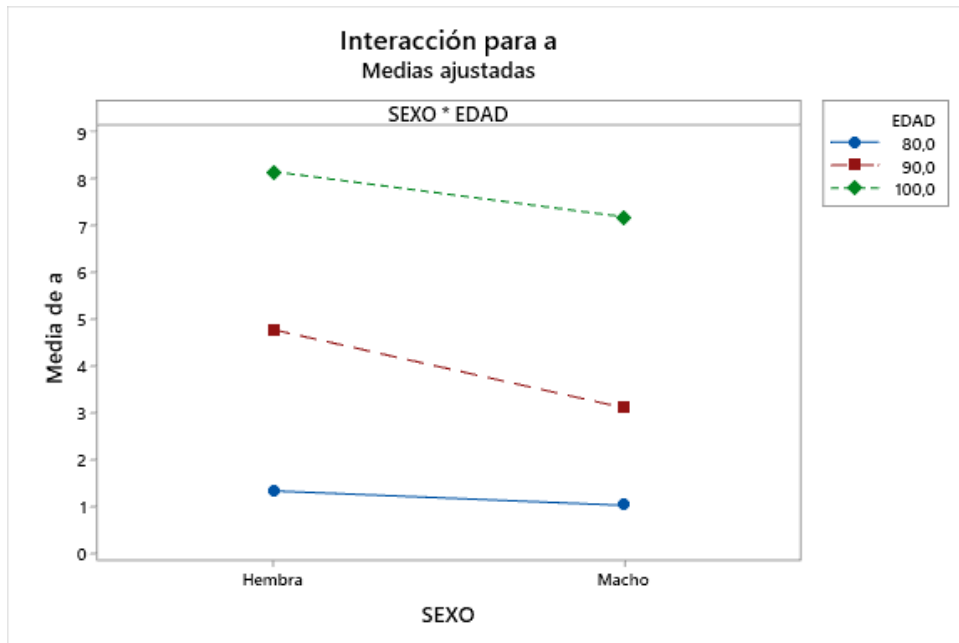
ANOVA de la variable de respuesta a de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	443,319	88,664	200,36	0,000
Lineal	3	438,679	146,226	330,43	0,000
SEXO	1	14,504	14,504	32,78	0,000
EDAD	2	424,175	212,088	479,26	0,000
Interacciones de 2 términos	2	4,639	2,320	5,24	0,008
SEXO*EDAD	2	4,639	2,320	5,24	0,008
Error	54	23,897	0,443		
Total	59	467,215			

En la Figura 30 se observó que la carne de los cuyes hembras de 100 días de edad presentaron una mayor intensidad en cuanto al color rojo, con un valor de 8,15; mientras que en la carne de los cuyes machos se obtuvo un valor de 7,20; a los 90 días de edad la carne de los cuyes hembras presentaron valores de 4,79 y la carne de los cuyes machos 3,13 y a los 80 días de edad los cuyes (ambos sexos) tuvieron valores cercanos siendo 1,43 en carne de hembras y 1,02 en carne de machos. Se determinó que al incrementar la edad de los cuyes el color rojo en la carne fue cada vez mayor, observándose mayor aumento entre los 90 y 100 días de edad.

Figura 30

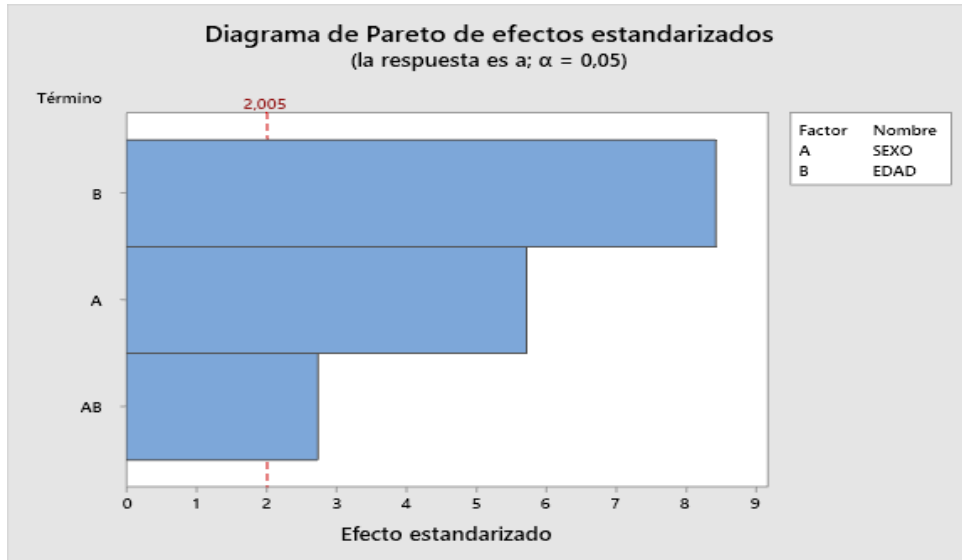
Análisis de la variable de respuesta a de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes*



En la Figura 31 se presenta el diagrama de Pareto, donde se aprecian los efectos confiables con una significancia $p \leq 0,05$ de las variables independientes (edad y sexo) sobre la variable dependiente (índice de color a*). Se observa también que los efectos individuales de la edad y sexo; y la interacción de estos son significativos, siendo el de la edad significativamente mayor en comparación con el sexo, esta variación se puede apreciar mejor observando la Figura 32, donde se muestra los efectos principales de las variables independientes sobre el índice de color *a.

Figura 31

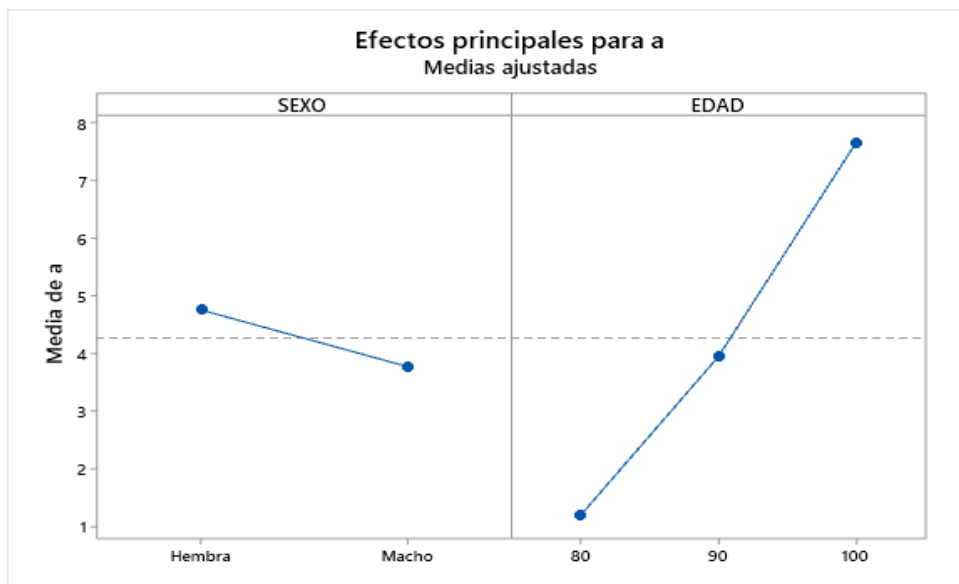
Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta a^* de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes



Nota: Diagrama de Pareto, A: Sexo, B: edad y AB: interacción de sexo y edad.

Figura 32

Efectos principales de las variables independientes en el índice de color a^* de la carne de los cuyes



Nota: en la figura se presenta los efectos principales de las variables edad y sexo en el índice de color a^* de carne de cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

4.1.3.3. ANOVA del índice de color b*

En la Tabla 11 se presenta el análisis de varianza del índice de color b* (componente amarillo/azul) presente en el músculo *Psoas mayor* derecho (pierna derecha) de los cuyes hembras y machos estudiados en la presente investigación. Se observó que el sexo no influyó significativamente ($p > 0,05$) en el índice de color b*, mientras que la edad si produjo diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Tabla 11

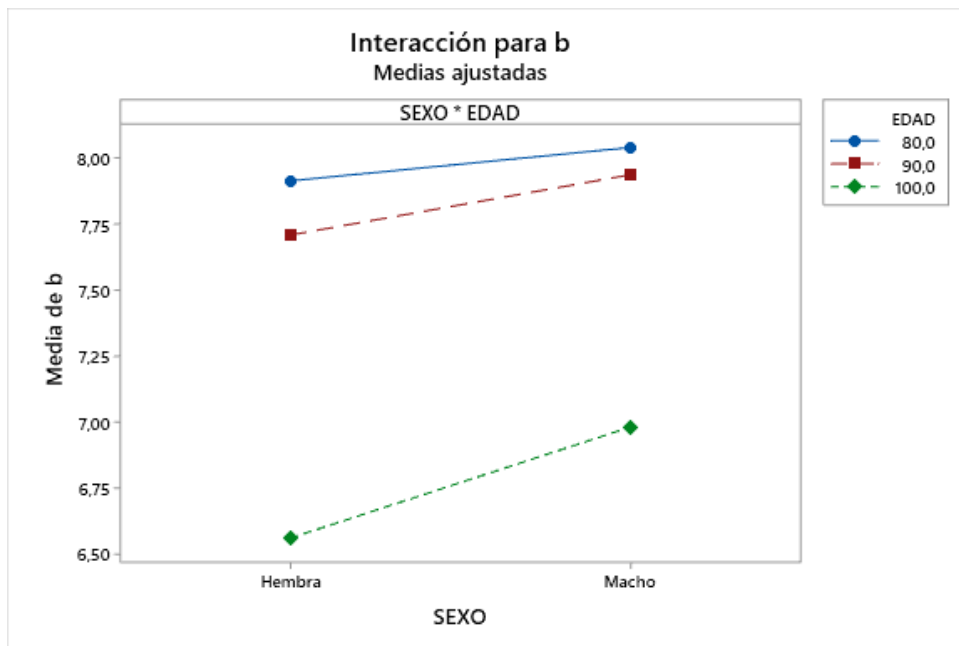
ANOVA de la variable de respuesta b de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	18,4236	3,6847	8,18	0,000
Lineal	3	18,2007	6,0669	13,47	0,000
SEXO	1	0,9985	0,9985	2,22	0,142
EDAD	2	17,2023	8,6011	19,09	0,000
Interacciones de 2 términos	2	0,2228	0,1114	0,25	0,782
SEXO*EDAD	2	0,2228	0,1114	0,25	0,782
Error	54	24,3239	0,4504		
Total	59	42,7474			

En la Figura 33 se observa que la carne de los cuyes hembras presentaron una baja intensidad del color amarillo con valores de 7,92 a los 80 días de edad; 7,71 a los 90 días de edad y 6,56 a los 100 días de edad, en comparación con los cuyes machos que presentaron una mayor intensidad en cuanto a este color, con valores de 8,04 a los 80 días de edad; 7,95 a los 90 días de edad y 6,99 a los 100 días de edad; cómo se puede observar las variaciones del color amarillo en ambos sexos en función de su edad son mínimas. Así mismo se determinó que al incrementar la edad, la intensidad de este color en la carne fue cada vez menor para ambos sexos, observándose mayor disminución entre los 90 y 100 días de edad.

Figura 33

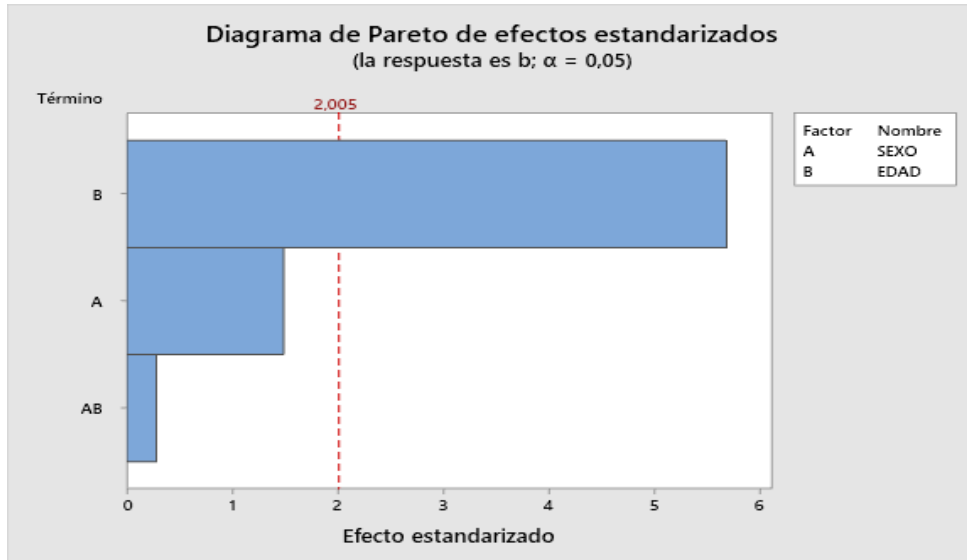
Análisis de la variable de respuesta b^ de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes*



En la Figura 34 se presenta el diagrama de Pareto, donde se aprecian los efectos confiables con una significancia ($p \leq 0,05$) de las variables independientes (edad y sexo) sobre la variable dependiente (índice de color b^*). Se observa que la edad de los cuyes si produjo diferencias estadísticas significativas, mientras que el sexo de los cuyes no. Los efectos individuales de la edad y la interacción de edad y sexo no son significativos; esta variación se puede apreciar mejor observando la Figura 35, donde se muestra los efectos principales de las variables independientes sobre el índice de color b^* .

Figura 34

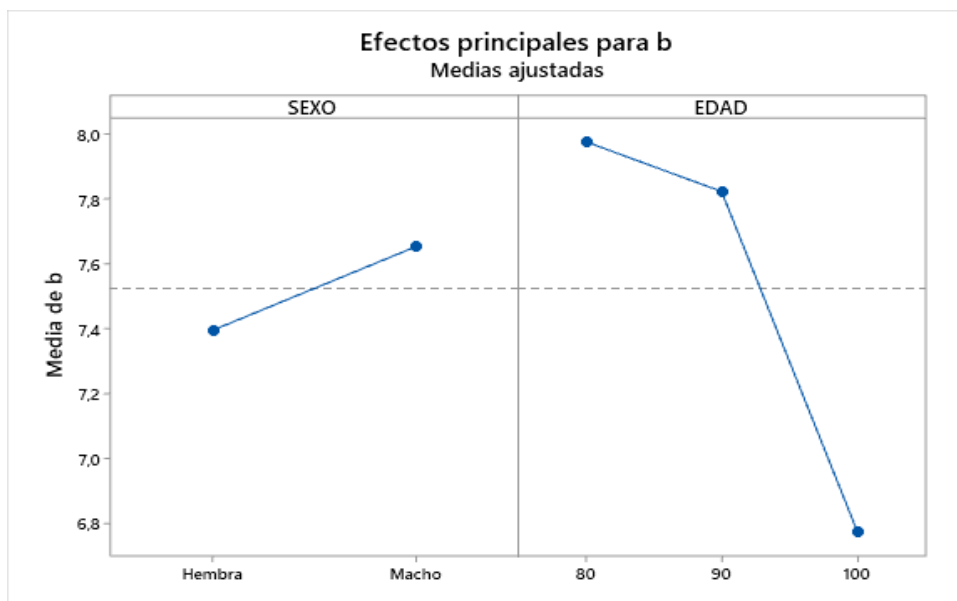
Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la variable de respuesta b^ de la carne en función a la edad y sexo de los cuyes*



Nota: Diagrama de Pareto, A: Sexo, B: edad y AB: interacción de sexo y edad.

Figura 35

Efectos principales de las variables independientes en el índice de color b^ de la carne de los cuyes*



Nota: en la figura se presenta los efectos principales de las variables edad y sexo en el índice de color b^* de carne de cuyes hembras y machos de 80, 90 y 100 días de edad.

4.1.4. Contenido de proteína y hierro de la carne del cuy óptimo

A partir de los análisis realizados, se determinó que el cuy óptimo en este estudio fue la hembra de 100 días de edad. Esta muestra presentó un contenido de proteína cruda de 22,5 % y un nivel de hierro de 2,21 mg/kg, basado en 100 g de muestra. Estos resultados destacan la calidad nutricional de la carne de cuy en función de su edad y sexo, posicionando a la hembra de 100 días como la que ofrece el mejor perfil proteico y de hierro. Los valores detallados de las muestras se encuentran en la Tabla 12.

Tabla 12

Resultados obtenidos del contenido de proteína y hierro del cuy óptimo

Codificación de muestra		Parámetros	
Muestra	Peso	Proteínas (%)	Hierro
M1	0.94	22.5	2.21
M2	0.51	20.2	2.14
M3	1.28	23.5	2.28

4.2. Contrastación de Hipótesis

La contrastación de la hipótesis se llevó a cabo mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post-hoc de diferencia mínima significativa con un nivel de confianza del 95 %. Para identificar diferencias significativas entre grupos, se aplicó la prueba de Tukey utilizando el software MINITAB 19, analizando las características fisicoquímicas de la carne de cuy en función de su edad (80, 90 y 100 días) y sexo (hembras y machos). Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) principalmente en función de la edad de los cuyes, mientras que el sexo no tuvo un impacto significativo en las características evaluadas. Esto llevó a la conclusión de que la hipótesis inicial no fue confirmada, ya que los datos indicaron que la carne de cuy hembra de 100 días de edad presentó las mejores características

fisicoquímicas, superando a las de los machos y otras edades. La Tabla 13 detalla los datos ordenados utilizados para el procesamiento estadístico.

Tabla 13

Datos ordenados para su procesamiento.

Bloques	GÉNERO	EDAD	pH	CRA	L	a	B
1	1	1	6.21	7.99	53.51	1.10	8.91
1	1	2	6.09	26.98	45.44	4.42	6.58
1	1	3	6.06	31.99	40.17	9.59	6.50
1	2	1	6.16	5.00	50.42	0.85	8.19
1	2	2	6.13	23.99	46.48	2.89	8.22
1	2	3	5.98	21.99	39.58	7.60	7.76
2	1	1	6.21	9.99	53.96	0.60	7.18
2	1	2	6.09	27.98	46.61	4.54	6.50
2	1	3	6.06	31.99	41.67	8.67	6.57
2	2	1	6.18	4.00	51.27	0.97	8.26
2	2	2	6.12	23.99	46.34	3.28	7.16
2	2	3	5.99	21.99	38.64	5.54	6.69
3	1	1	6.22	9.99	53.82	1.05	7.11
3	1	2	6.10	26.99	45.93	4.48	8.55
3	1	3	6.06	31.78	40.40	7.57	7.18
3	2	1	6.18	4.00	51.21	1.05	7.18
3	2	2	6.11	23.99	45.64	3.69	8.21
3	2	3	6.00	19.99	39.37	6.59	5.86
4	1	1	6.22	9.99	53.70	1.24	8.51
4	1	2	6.10	27.98	45.12	4.67	7.81
4	1	3	6.06	31.78	40.63	8.52	6.69
4	2	1	6.17	5.00	51.25	1.28	7.06
4	2	2	6.12	23.98	45.24	2.86	8.56
4	2	3	5.90	19.99	39.63	6.82	7.13
5	1	1	6.21	8.00	52.72	1.50	7.52
5	1	2	6.09	27.99	46.41	5.28	6.67
5	1	3	6.07	31.99	41.41	7.58	6.48
5	2	1	6.18	5.00	51.41	1.32	8.51
5	2	2	6.12	23.59	45.59	2.66	7.22
5	2	3	5.98	19.99	38.73	8.68	7.27
6	1	1	6.20	9.99	52.41	1.59	8.07
6	1	2	6.09	27.98	46.71	4.54	8.88
6	1	3	6.07	31.98	41.36	8.79	7.14
6	2	1	6.16	4.00	50.60	0.94	8.20
6	2	2	6.12	23.98	46.62	3.37	7.88

6	2	3	5.98	19.99	39.86	8.89	7.27
7	1	1	6.22	8.00	52.50	0.95	7.71
7	1	2	6.10	27.99	45.16	5.13	7.87
7	1	3	6.06	31.99	40.50	6.43	6.12
7	2	1	6.19	4.00	51.80	1.04	8.14
7	2	2	6.11	23.59	46.45	2.85	7.49
7	2	3	5.95	22.00	38.52	7.84	7.64
8	1	1	6.21	7.99	53.48	1.96	8.71
8	1	2	6.09	27.98	46.49	4.91	8.66
8	1	3	6.06	31.98	40.18	9.24	6.25
8	2	1	6.19	4.00	50.89	0.95	8.77
8	2	2	6.13	23.99	45.77	3.38	8.52
8	2	3	5.99	21.99	38.67	5.51	6.71
9	1	1	6.21	7.99	53.85	1.74	8.20
9	1	2	6.10	27.98	45.86	4.78	6.66
9	1	3	6.07	31.99	41.36	7.60	6.43
9	2	1	6.19	4.00	50.52	0.85	8.23
9	2	2	6.12	23.99	45.40	3.23	7.42
9	2	3	5.95	21.99	39.47	7.55	7.59
10	1	1	6.20	7.99	53.53	1.65	7.22
10	1	2	6.10	27.98	45.21	5.06	8.91
10	1	3	6.06	31.98	40.44	7.57	6.26
10	2	1	6.19	5.00	51.40	1.03	7.86
10	2	2	6.12	23.99	45.41	2.88	8.69
10	2	3	5.99	21.99	39.44	6.86	5.90

Donde:

Bloque: (repetición de muestras)

Género: (1 – hembras; 2 – machos)

Edad: (1 – 80 días; 2 – 90 días; 3 – 100 días)

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. pH

Los resultados del estudio indicaron que el pH de la carne de cuyes varía según el sexo y la edad, siendo consistentemente más alto en hembras que en machos. Se registraron valores de pH de 6,21 y 6,06 en hembras de 80 y 100 días, respectivamente, frente a 6,18 y 5,97 en

machos de las mismas edades. Esto concuerda con lo encontrado por Jurado et al. (2016), quienes reportaron que, independientemente del método de sacrificio, el pH de la carne de cuyes machos es menor que el de las hembras; pH 6,03 en cuyes hembras y 5,91 en cuyes machos, sacrificados mediante el método tradicional (desnucamiento) y con el método de electronarcosis valores de 5,86 (hembras) y 5,85 (machos). Las variaciones en los valores de pH están relacionadas con lo mencionado por Becerril et al. (2010) y Mota et al. (2012), quienes señalan que los cuyes hembras poseen una gran resistencia al estrés, generando un descenso del pH más lento.

En el presente estudio, en la carne de los cuyes machos a los 90 días de edad, los machos presentaron un pH ligeramente superior al de las hembras (6,12 frente a 6,10), un patrón similar observado por Remache (2016), en cuyes de distintas edades. Cuyes machos de 90 días de edad pH de 7,02 frente a 6,83 en carne de cuyes hembras de la misma edad. Otros estudios, como el de Flores et al. (2017), también evidenciaron variaciones en el pH entre razas; pH en el peruano mejorado 6,47; criollo 6,38 y andino 6,41 respectivamente. También Cárdenas et al. (2018) mostró diferencias en función de la dieta, con valores más altos en cuyes alimentados con concentrados (pH de 6,3) que con forrajes (pH de 5,6). Por otro lado, Lucas et al. (2018), obtuvo valores de pH mucho más altos en cuyes de 1,5 a 2 meses de edad. En conjunto, estos resultados sugieren que factores como la edad, el sexo, la alimentación y la raza influyen significativamente en el pH de la carne de cuy.

4.3.2. Capacidad de retención de agua (CRA)

Los resultados mostraron que la carne de cuyes hembras presentó mayores porcentajes de la CRA en comparación con los machos, alcanzando valores de 8,79 % a los 80 días de edad; 27,78 % a los 90 días de edad y 31,95 % a los 100 días de edad. En la carne de cuyes machos, los valores fueron de 4,40 % a los 80 días de edad; 23,91 % a los 90 días de edad y 21,19 % a los 100 días de edad. Cárdenas et al. (2018), reportaron valores más bajos de CRA

en cuyes alimentados con altos porcentajes de pisonay entre 15,2 % y 16,3 % en carne de cuyes machos de 90 días de edad. Sin embargo, cuando el porcentaje de forraje en la dieta disminuyó, la CRA aumentó a 23,1 %. De manera similar, Jurado et al. (2016), encontraron valores inferiores de CRA al utilizar diferentes métodos de sacrificio, con valores de 15,5 % en machos y 10 % en hembras sacrificados bajo desnucamiento, y de 12 % en machos y 9,20 % en hembras sacrificados con electronarcosis.

La variabilidad en la CRA observada en este estudio puede atribuirse a factores como la edad, el sexo, la alimentación y el método de sacrificio, así como a la metodología de toma de muestras, que incluyó carne de diferentes músculos en lugar de una única parte específica. Además, la alimentación desempeña un papel crítico en la CRA, como sugiere Cárdenas et al. (2018), ya que dietas con menor proporción de forraje parecen favorecer una mayor capacidad de retención de agua en la carne de cuyes.

4.3.3. Color de la carne (índice L^* a^* b^*)

La luminosidad (L^*) en la carne de cuy disminuyó con la edad, para ambos sexos, pasando de 53,36 a 40,82 en carne de cuyes hembras y de 51,08 a 39,19 en carne de cuyes machos entre los 80 y 100 días de edad. Esta reducción en la luminosidad coincide con los hallazgos de Remache (2016), en carne de cuyes hembras a los 90 días de edad el índice L^* fue de 50,41 y a los 120 días de edad fue de 47,13; en la carne de cuyes machos a los 90 días de edad el índice L^* fue de 50,39 y 48,01 a los 120 días de edad. Por otro lado, Cárdenas et al. (2018), obtuvo valores más bajos en el índice L^* obteniendo entre 36,5 a 40,4 en carne de cuyes alimentados con alto porcentaje de forrajes y 45,1 a 55,1 en carne de cuyes alimentados con concentrado, estos autores reportaron una disminución de L^* en función de la edad del cuy. Este fenómeno se traduce en una carne más oscura a medida que los cuyes envejecen, lo cual es relevante para la percepción de frescura y calidad visual por parte de los consumidores.

En el índice a* (rojo/verde), que mide la intensidad del color rojo, se observó un incremento con la edad, con valores de 1,43 a 8,15 en carne de cuyes hembras y de 1,02 a 7,20 en carne de cuyes machos entre los 80 y 100 días de edad. Esto sugiere que la carne se torna más rojiza con el envejecimiento del animal, resultado consistente con estudios previos que asocian este cambio al aumento de mioglobina en la carne. Remache (2016), reportó valores de a* más altos. En carne de cuyes hembras de 90 días de edad obtuvo valores de 15,87 y a los 120 días de edad 17,35; en carne de cuyes machos a los 90 días de edad fue de 16,69 y a los 120 días de edad 16,76. Mientras que Cárdenas et al. (2018), encontró resultados similares a los del presente estudio en carne de cuyes alimentados con forraje obtuvo 7,6 y en carne de cuyes alimentados con concentrado obtuvo valores entre 9,1 a 12,2. Los resultados del presente estudio y los datos reportados por los autores muestran que a medida que aumenta la edad del cuy la carne tiende a ser más roja.

El índice b* (amarillo/azul) mostró una ligera disminución con la edad, desde 7,92 a 6,56 en carne de cuyes hembras y de 8,04 a 6,99 en carne de cuyes machos de 80 y 100 días de edad. Este descenso sugiere una reducción en la tonalidad amarilla a medida que el animal envejece. Resultados similares fueron reportados por Remache (2016), en el índice b* en carne de cuyes hembras de 90 días de edad obtuvo valores de 7,54 y 9,96 en carne de cuyes de 120 días de edad; en carne de cuyes machos a los 90 días de edad fue de 7,47 y 7,28 en cuyes de 120 días de edad. Por su parte Cárdenas et al. (2018), reportaron valores más bajos en el índice b* en carne de cuyes alimentados con forraje (1,9 a 2,1) y en carne de cuyes alimentados con concentrado comercial (4,3 a 7,0). Los datos obtenidos en el presente estudio y los datos reportados por los autores muestran que a medida que aumenta la edad del cuy el índice amarillo en la carne disminuye en mínimas cantidades, destacando que la alimentación, especialmente el uso de concentrados o forrajes impacta en la tonalidad de la carne.

Cárdenas et al. encontró índices b^* más bajos en cuyes alimentados con forraje, en comparación con concentrado comercial, lo que refuerza la influencia de la dieta en la variabilidad del color. En general, los resultados de este estudio coinciden con la literatura, indicando que la edad y la alimentación son factores determinantes en la modulación de los parámetros de color (L^* , a^* , y b^*) de la carne de cuy. Esto es consistente con lo mencionado por la FAO (2020), que destaca la influencia de la edad, la raza, el sexo y la dieta en la coloración de la carne, y cómo el aumento de la mioglobina con la edad genera carnes más oscuras y rojas, características valoradas en ciertos mercados.

4.3.4. Hierro y proteína

El cuy hembra de 100 días, identificado como el óptimo en este estudio, presentó un contenido proteico de 22,07 g por cada 100 g de muestra. Enríquez (2019) reportó valores similares, con un contenido de proteína de 21,76 g en cuyes alimentados con alfalfa y alimento balanceado. Sin embargo, observó una disminución del contenido proteico en función de la dieta, registrando 19,72 g en cuyes alimentados con alfalfa, alimento balanceado y simbiótico natural, y 18,90 g en aquellos suplementados con 300 ppm de APC (antibiótico promotor de crecimiento). Flores et al. (2017) encontraron porcentajes de proteína más bajos en cuyes de distintas razas: 19,39 % en la raza criolla, 18,55 % en la andina y 17,78 % en los peruanos mejorados. Sin embargo, Higaonna et al. (2008), obtuvo valores más altos de proteína en cuyes de la raza Inka y Merino, alimentados con dieta mixta (forraje y concentrado).

En cuanto al contenido de hierro, el cuy hembra de 100 días presentó 2,21 mg/kg, valor que coincide con las estimaciones del Ministerio de Agricultura y Riego (2019), que reporta un contenido de hierro en la carne de cuy de aproximadamente 1,90 mg/kg.

Estos resultados indican que la variación en los niveles de proteína y hierro está influenciada por factores como la alimentación, el sexo, la edad y la raza de los cuyes.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó que la edad y el sexo de los cuyes producen variaciones en las características fisicoquímicas de calidad en la carne fresca de cuy (*Cavia porcellus*); se observó que los efectos lineales de la edad y sexo; y la interacción de estos son significativos ($p \leq 0,05$), siendo el de la edad significativamente mayor en comparación con el sexo, es decir la edad de los cuyes tienen una mayor influencia sobre el pH, CRA y color de la carne de cuy.

Se observó que la edad (80, 90 y 100 días) tiene una influencia significativa ($p < 0,05$) en el pH de la carne de cuyes; mientras que el sexo (hembra y macho) no es muy influyente; los valores más altos de pH se obtuvieron de los cuyes hembras de 80 días (6,21), mientras que los valores más bajos fueron de los cuyes machos de 100 días (5,97); los valores de pH disminuyeron al incrementar la edad de los cuyes.

Se determinó que la CRA se ve influenciada significativamente ($p \leq 0,05$) por la edad (80, 90 y 100 días) de los cuyes, más que por el sexo (hembra y macho) de estos. La mayor CRA se obtuvo de los cuyes hembras de 100 días de edad (31,95 %); además, la CRA en los cuyes hembras va aumentando a medida que incrementan su edad, mientras que en los cuyes machos el mayor porcentaje de CRA se obtuvo a los 90 días (23,91 %), habiendo un descenso de CRA a los 100 días de edad.

En cuanto al color de la carne, el análisis en el sistema CIE $L^* a^* b^*$ muestra que, a medida que la edad del cuy aumenta, la tonalidad roja (índice a^*) se intensifica, mientras que la tonalidad amarilla (índice b^*) disminuye. Simultáneamente, la carne se vuelve menos luminosa con la edad, reflejando una mayor concentración de mioglobina que oscurece la carne, un aspecto relevante para la percepción de calidad en el mercado.

El cuy hembra de 100 días de edad fue identificado como el más óptimo en términos de características fisicoquímicas. Los análisis de esta muestra revelaron un contenido de 22,07 g de proteína cruda y 2,21 mg/kg de hierro, destacando su potencial nutricional.

5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios fisicoquímicos adicionales en cuyes hembras y machos de la raza Perú, especialmente en edades superiores a 90 días, para entender mejor el desarrollo de la calidad de la carne en etapas más avanzadas.
- Analizar la carne de diferentes razas de cuyes presentes en la provincia de Chota (raza Perú, andina, inca, merino, y cuy negro) para identificar la raza con las características fisicoquímicas más favorables.
- Evaluar el comportamiento de las características fisicoquímicas de la carne en cuyes criados en ambientes mixtos con actividad reproductiva, para observar la influencia de la reproducción en la calidad de la carne.
- Diseñar dietas específicas que combinen forraje y alimento concentrado y estudiar su efecto sobre la composición fisicoquímica de la carne de cuy, con el fin de optimizar la alimentación para mejorar la calidad del producto.
- Ampliar los análisis fisicoquímicos a parámetros adicionales como acidez, textura, humedad, además de hierro y proteínas, para comprender mejor cómo la edad y el sexo afectan la calidad integral de la carne de cuy.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M., & Balseca, J. (2010). *Evaluación del contenido de proteína y grasa en la carcasa de cuy (cavia porcellus), alimentados con tres niveles de fibra cruda en el concentrado y las características sensoriales en el producto listo para el consumo*. Guaranda - Ecuador.
- Ataucusi, S. (2015). *Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. Perú: Cáritas del Perú - Calle Omicrón 492 - Parque internacional de Industria y Comercio - Callao.
- Ávalos, V. (2014). *Texto: el método científico aplicado en la elaboración de tesis para optar el título profesional de ingeniero químico*.
- Becerril, M., Alonso, M., Trujillo, M., Guerrero, I., Roldan, P., Pérez, M., & Mota, D. (2010). Changes in blood constituents of swine transported for 8 or 16 h to an Abattoir. *Meat Science*, 945 - 948.
- Campos, N. (2018). *Estudio de la vida útil de la carne de cuy (Cavia porcellus) marinado en salsa de huacatay (Tagetes minuta) envasado al vacío*. Huancavelica - Perú.
- Cárdenas, L., Sarmiento, V., & Ramos, R. (2018). *Características productivas y tecnológicas de la carne de cuy (Cavia porcellus) utilizando dietas basadas en pisonay (Erythrina sp)*. Revista de Investigaciones Altoandinas.
- CEDEPAS, N. (2016). *Redes empresariales e innovaciones tecnológicas en la gestión de la cadena de valor del cuy - Modelo de negocios rurales en Cajabamba y San Marcos, Cajamarca*. Obtenido de http://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_cuyes.pdf
- Chauca, J. (2023). *Evaluación de la Aceptabilidad y contenido de hierro total en gomitas desarrolladas con sangre de Cuy*.
- Chauca, L., Muscari, J., & Higaonna, R. (2005). *Generación de líneas mejoradas de cuyes de alta productividad*. Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA.
- Consigli, R. (2001). *¿Qué es calidad? 6ta Jornada El Negocio de la Carne - Producción Bovina de Carne*. Córdoba : Universidad Católica de Córdoba.
- Crespo, N. (2012). *La carne de cuy: nuevas propuestas para su uso*. Cuenca - Ecuador .
- Enriquez, K. (2019). *Evaluación de la calidad de la carne de cuy (Cavia porcellus) suplementado con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento*. Lima - Perú.
- Esteban, N. (2018). *Tipos de investigación*.
- FAO. (2014). *Manual de tecnología de la carne*.
- FAO. (2020). *Calidad de la carne*. Obtenido de http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/quality_meat.html#:~:text=La%20calidad%20de%20la%20carne,%2C%20jugosidad%2C%20ternura%20y%20sabor.

- Flores, C., Duarte, C., & Salgado, I. (2017). Characterization of the guinea pig (*Cavia porcellus*) meat for fermented sausage preparation. *Ciencia y Agricultura*, pp.39-45 ref.25.
- Fuentes, A., García, E., & Fernández, I. (2013). *Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA), Método de prensado*. España.
- Hernández, D., Cruz, A., Hernández, D., Crosby, M., Cruz, E. d., Gómez, A., & Chay, A. (2019). Características fisicoquímicas durante la vida de anaquel de la carne de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína. *Acta Universitaria vol. 29*.
- Hervé, M. (2013). *Carne Ovina: Producción, características oportunidades en lo que hoy demanda el consumidor nacional e internacional*. Santiago de Chile.
- Higaonna, R., Muscari, J., Chauca, L., & Astete, F. (2008). *Composición química de la carne de cuy (Cavia porcellus)*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.
- Iglesias, M., & Cortés, M. (2005). Generalidades sobre Metodología de la Investigación. Universidad Autónoma del Carmen.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual . (2006). *Carne y productos cárnicos: Definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy (Cavia porcellus)*.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA. (2022). *Nueva Raza de Cuy – Línea Inka*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Jurado, H., Cabrera, E., & Salazar, J. (2016). *Comparación de dos tipos de sacrificio y diferentes tiempos de maduración sobre variables físico-químicas y microbiológicas de la carne de Cuy (Cavia porcellus)*. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia .
- Lucas, J., Balcázar, S., Tirado, O., & Rodríguez, A. (2018). El pH de la carne de cobayo (*Cavia porcellus*) para consumo humano en los andes centrales del Perú. *Revista Veterinaria* , 29 (1), 65-67.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (30 de Octubre de 2019). *Cajamarca es el principal productor de cuy en el Perú*. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/cajamarca-es-el-principal-productor-de-cuy-en-el-peru-20124#:~:text=Con%20poco%20m%C3%A1s%20de%202.4,La%20Libertad%2C%20Arequipa%20y%20Lambayeque>.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (11 de Octubre de 2019). *Día nacional del cuy*. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/762-notas-de-prensa/notas-de-prensa-2019/24897-mas-de-800-mil-pequenos-productores-se-dedican-a-la-crianza-de-cuyes-en-el-pais>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (19 de Febrero de 2019). *Potencial del mercado internacional para la carne de cuy* . Obtenido de http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/l-ciencia/101/mercado_interno_carne_cuy.pdf

- Ministerio de Agricultura y Riego Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2016). *Cuy raza Perú*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Ministerio de Agricultura y Riego; Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2014). *Cuy Raza Andina*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Ministerio de Agricultura y Riego; Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2014). *Cuy Raza Andina*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Mota, D., Trujillo, M., Becerril, M., & Roldán, S. (2012). Efecto del método de sacrificio sobre variables críticas sanguíneas y consecuencias sobre la bioquímica de la carne de cobayo (*cavia porcellus*). *Revista Científica*, 51-58.
- Normas ISO 9000. (29 de Noviembre de 2007). *¿Cómo se define la calidad?* Obtenido de <http://normas-iso-9000.blogspot.com/2007/11/cmo-se-define-la-calidad.html>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Ediciones de la U.
- Onega, M. (2003). *Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas instrumentales y sensoriales*. Madrid.
- Peregrino, I., Pérez, H., Moreno, Y., & Barrón, E. (2018). *Factores que influyen en la calidad y decisión de compra de carne de res en Chiapas, México*. Chiapas - México.
- Pietrzak, M., L, G. M., & A, S. A. (1997). Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys. *Journal of Animal Science*, (pp. 2106 – 2116).
- Ramirez, J. (2005). *Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento*.
- Ramos, M. (2015). *Determinación del grado de aceptabilidad de conservas de carne de cuy (Cavia porcellus) en presentaciones de salsa a la boloñesa, tomate y pachamanca en la ciudad de Puno*. Puno - Perú.
- Remache, R. (2016). *Progresión de la calidad de la canal, vísceras, pH y color de la carne de cuy a los 3, 4 y 5 meses de edad*.
- Rengifo, L. (2010). *Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carne y embutidos*. Tingo María - Perú.
- Rettig, M. (2014). *El color en los alimentos un criterio de calidad medible*.
- Rodríguez, A., Fernández, A., & Prieto, N. (2007). *¿Qué factores influyen en la calidad de carne?* España : Caja España .
- Sánchez, H., & Reyes, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*.
- Szerman, N., Ormando, P., Gonzalez, B., & Sancho, M. (2008). Efecto de la incorporación de aditivos convencionales y concentrados de proteína láctea sobre parámetros tecnológicos y físicos de músculos bovinos cocidos mediante el sistema sous vide. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, (pp. 52-57).

- Valero, T., Pozo, S. d., Ruiz, E., Ávila, J., & Valera, G. (2010). *Guía nutricional de la carne*. Obtenido de <https://carnimad.es/ficheros/swf/pdf/guiaNutricion.pdf>
- Valero, T., Pozo, S. d., Ruiz, E., Ávila, J., & Varela, G. (2014). *Guía nutricional de la carne*.
- Velasquez, C. (2013). *Incremento del volumen de venta de la carne de cuy (Cavia porcellus) en el distrito de Ite debido al fortalecimiento de su cadena productiva*. Taca - Perú.
- Villanueva, Y. (22 de Febrero de 2020). *¡Comprobado! carne y sangre de cuy para prevenir el cáncer*. Obtenido de <https://elmen.pe/comprobado-carne-y-sangre-de-cuy-para-prevenir-el-cancer/>
- Warris, P. (2003). *Ciencia de la carne*. Acribia S.A.
- Zumbado, H. (2004). *Análisis químico de los alimentos: métodos clásicos*. Cuba: Editorial Universitaria.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Obtención de cuyes y establecimiento de ambientes de crianza

Figura 36. Obtención de cuyes



Figura 37. Ambiente de crianza de cuyes



Figura 38. Ambiente de crianza de cuyes



Figura 39. Ambiente de crianza de cuyes



Anexo 2. Beneficio del cuy

Figura 40. Degolle y desangrado



Figura 41. Escaldado



Figura 42. Pelado



Figura 43. Raspado



Figura 44. Eviscerado



Figura 45. Carne de cuy lista para analizar



Anexo 3. Determinación de pH

Figura 46. Peso de la muestra



Figura 47. Adición de agua destilada



Figura 48. Licuado de la muestra



Figura 49. Medición de pH



Anexo 4. Determinación de CRA

Figura 50. Molienda de la muestra



Figura 51. Peso de la muestra

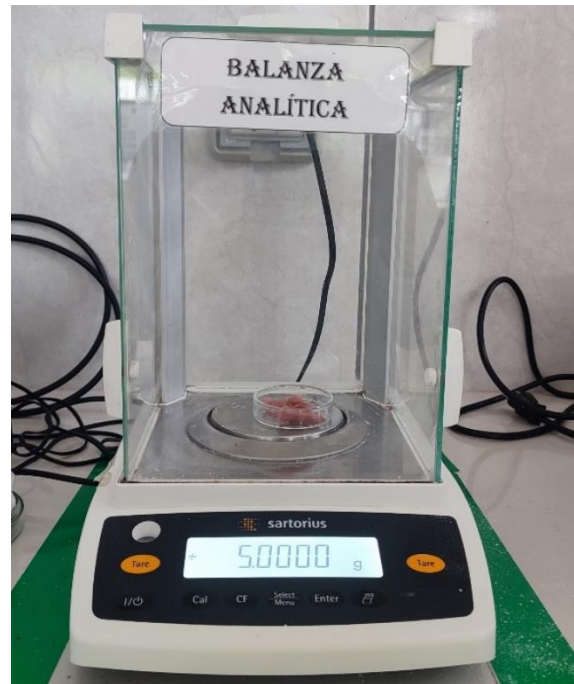


Figura 52. Adición de NaCl



Figura 53. Refrigeración de la muestra

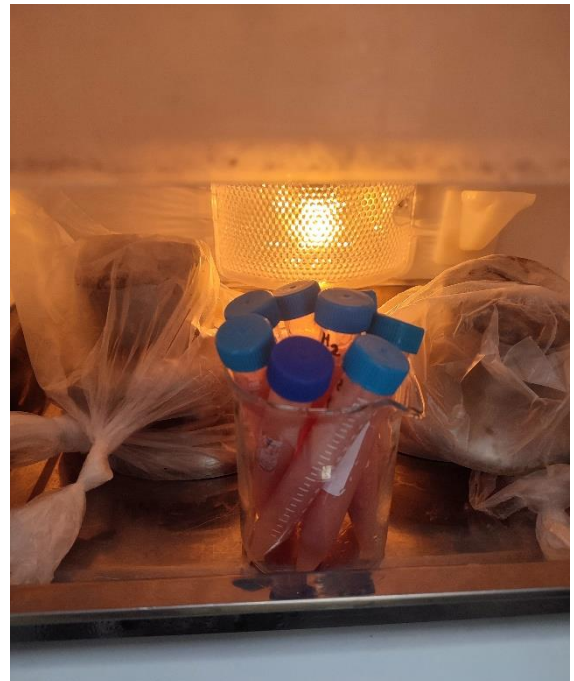


Figura 54. Centrifugación



Figura 55. Medición del volumen del sobrenadante



Anexo 5. Determinación de Color

Figura 56. Muestras



Figura 57. Músculo *psoas mayor* derecho

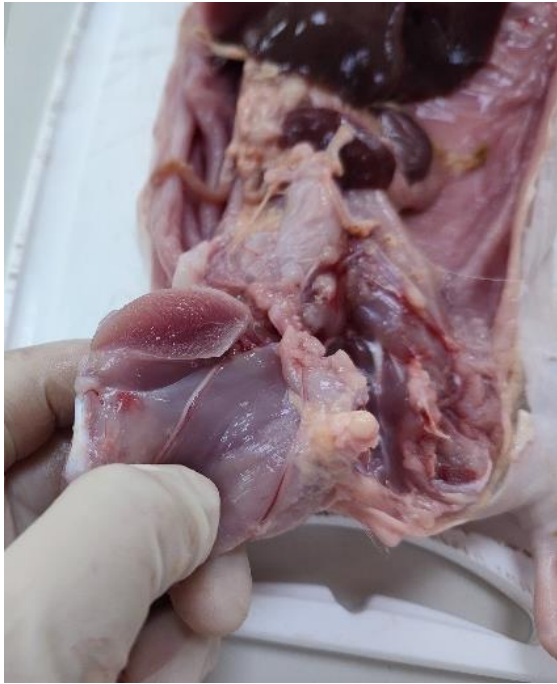


Figura 58. Medición del color




Anexo 6: Contenido de proteína y hierro de la carne del cuy óptimo

Figura 59. Contenido de proteína y hierro en la carne del cuy hembra de 100 días de edad.

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



INFORME DE ANÁLISIS
F.Q.A PERU S.A.C


SOLICITANTE	: MARLY EDITA GUEVARA RUÍZ
TESIS	: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE CALIDAD EN CARNE FRESCA DE CUY (<i>Cavia porcellus</i>) EN FUNCIÓN DE SU EDAD Y SEXO PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE CHOTA
MUESTRA	: CARNE FRESCA DE CUY
FECHA DE INGRESO	: 20 DE MARZO DEL 2024
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	


ANÁLISIS:

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		PARÁMETROS	
MUESTRA	PESO (g)	PROTEÍNAS (%)	HIERRO (mg/kg)
M1	0.94	22.5	2.21
M2	0.51	20.2	2.14
M3	1.28	23.5	2.28

**NTP-ISO 5983:2013. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculos del contenido de proteína cruda. Método Kjeldhal.*
**NTP 121.011:2017. Determinación del hierro total por reducción con cloruro estañoso y titulación con dicromato de potasio. 1ª Edición*

TRUJILLO 26 DE MARZO DEL 2024


CARLOS ALBERTO VALQUI MENESSES
INGENIERO QUÍMICO
CIP 122588



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Escaneado con CamScanner