

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CARNE DE CERDO (*Sus scrofa domestica*)
POR CARNE Y PIEL DE CUY (*Cavia porcellus*) EN UN CHORIZO
ARTESANAL EVALUANDO SUS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por la Bachiller:

CINTHYA YULISSA MONZON LOYOLA

Asesores:

Mtr. Ing. MAX EDWIN SANGAY TERRONES

Mtr. Ing. WILLIAM MINCHÁN QUISPE


CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
CINTHYA YULISSA MONZON LOYOLA
DNI: N° 60487430
Escuela Profesional/Unidad UNC:
ESCUELA PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
2. Asesor:
Ing. Mtr. MAX EDWIN SANGAY TERRONES
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CARNE DE CERDO (*Sus scrofa domestica*) POR CARNE Y PIEL DE CUY (*Cavia porcellus*) EN UN CHORIZO ARTESANAL EVALUANDO SUS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES
6. Fecha de evaluación: 22/10/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 24%
9. Código Documento: oid: 3117:516674457
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 08/01/2026

<small>Firma y/o Sello Emisor Constancia</small>
 Ing. Mtr. MAX EDWIN SANGAY TERRONES DNI: 10492305

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los dieciocho días del mes de setiembre del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 334-2025-FCA-UNC, de fecha 16 de junio del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CARNE DE CERDO (*Sus scrofa domestica*) POR CARNE Y PIEL DE CUY (*Cavia porcellus*) EN UN CHORIZO ARTESANAL EVALUANDO SUS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES"**, realizada por la Bachiller CINTHYA YULISSA MONZON LOYOLA para optar el Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

A las nueve horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

A las diez horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Fanny Lucía Rimarachín Chávez
PRESIDENTE

Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
SECRETARIO

Dr. José Gerardo Sathuana Granados
VOCAL

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
ASESOR

Ing. Mtr. William Minchán Quispe
ASESOR

DEDICATORIA

A dios por permitirme llegar a este momento y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis Padres Antonio Abad Monzón Ávila y Matilde Loyola Chacón por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han influenciado siempre a salir adelante.

También a mi padre Carlos Rafael Monzón, desde el cielo es la luz que me da fuerzas para continuar y seguir luchando por mis sueños.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxitos en especial aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y permitirme concluir con mi objetivo y a mis padres por estar siempre presentes.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis asesores de tesis: Ing. Max Edwin Sangay Terrones y al Ing. William Minchán Quispe por su experiencia, paciencia, motivación y su apoyo incondicional en la elaboración de la investigación.

Agradezco a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento, apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Nacional de Cajamarca.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

	Pág.
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.5 Hipótesis.....	3
1.6 Variables.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1. Ubicación.....	21
3.2. Materiales.....	21
3.3. Metodología.....	23

3.3.1. Variables:.....	23
3.3.2. Niveles.....	24
3.3.3. Tratamientos de estudio	24
3.3.4. Diseño estadístico	25
3.3.5. Proceso de elaboración	26
3.3.5.1. Flujo de operaciones para la elaboración.....	27
3.3.5.2. Descripción del proceso del proceso de elaboración.....	28
3.3.5.3. Evaluación sensorial.....	31
3.3.5.4. Análisis de las propiedades físicas	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 Evaluación de las características sensoriales.	33
4.1.1 Evaluación del color.....	33
4.1.2 Evaluación del olor	37
4.1.3 Evaluación del sabor	40
4.1.4 Evaluación de la textura.....	44
4.1.5 Evaluación sensorial global	47
4.2 Evaluación de pérdidas por cocción	51
4.3 Evaluación del contenido de grasa	55
4.4 Optimización múltiple.....	58
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1 Conclusiones.....	61
5.2 Recomendaciones.....	62
VI. BIBLIOGRAFIA	63
VII. ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido

	Pág
Tabla 1 Composición química de la carne de cuy	12
Tabla 2 Impresiones percibidas por los sentidos para una evaluación	14
Tabla 3 Tipos de escala para evaluación sensorial	15
Tabla 4 Composición del chorizo	18
Tabla 5 Tratamientos en estudio	25
Tabla 6 Variables independientes del diseño compuesto central rotacional (DCCR) 2 ² . 25	
Tabla 7 Valores codificados y valores reales del diseño compuesto central rotacional (DCCR) 2 ²	26
Tabla 8 Formulación Chorizo Fresco	26
Tabla 9 Códigos de calificación	31
Tabla 10 Análisis de Varianza para Color	34
Tabla 11 <i>Análisis de Varianza para Olor</i>	38
Tabla 12 <i>Análisis de Varianza para sabor</i>	41
Tabla 13 <i>Análisis de Varianza para Textura</i>	45
Tabla 14 Análisis de Varianza para Evaluación sensorial general	48
Tabla 15 Análisis de Varianza para Pérdida por cocción	52
Tabla 16 Análisis de Varianza para Grasa	56
Tabla 17 Factores óptimos de porcentaje de carne y piel de cuy en chorizo artesanal ...	59
Tabla 18 Optimización de las variables de respuesta	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág
Figura 1 Mapa de ubicación	21
Figura 2 Flujograma del proceso de elaboración	27
Figura 3 Pesaje de los insumos.	28
Figura 4 Molienda de la carne de cuy	29
Figura 5 Integración de los componentes	29
Figura 6 Embutido de la mezcla	30
Figura 7 Chorizos artesanales.....	30
Figura 8 Evaluación sensorial del color de chorizo artesanal	34
Figura 9 Pareto estandarizado para color	35
Figura 10 Efectos principales para Reducción para color	36
Figura 11 Superficie de respuesta estimada para el color	36
Figura 12 Evaluación sensorial del olor de chorizo artesanal	38
Figura 13 Pareto estandarizado para olor	39
Figura 14 Efectos principales para Reducción para olor.....	39
Figura 15 Superficie de respuesta estimada para el color	40
Figura 16 Evaluación sensorial del sabor de chorizo artesanal	41
Figura 17 Pareto estandarizado para sabor	42
Figura 18 Efectos principales para sabor	42
Figura 19 Superficie de respuesta estimada para el sabor	43
Figura 20 Evaluación sensorial de la textura de chorizo artesanal	44
Figura 21 Pareto estandarizado para textura	45
Figura 22 Efectos principales para la textura	46
Figura 23 Superficie de respuesta estimada para la textura	46
Figura 24 Evaluación sensorial general de chorizo artesanal	48

Figura 25	Pareto estandarizado para evaluación sensorial general	49
Figura 26	Efectos principales para evaluación sensorial general	49
Figura 27	Superficie de respuesta estimada para la evaluación sensorial general	50
Figura 28	Evaluación de la pérdida por cocción del chorizo artesanal	52
Figura 29	Pareto estandarizado para pérdida de cocción	53
Figura 30	Efectos principales para evaluación de pérdida de cocción	54
Figura 31	Superficie de respuesta estimada para pérdida por cocción	55
Figura 32	Evaluación del contenido de grasa de chorizo artesanal	56
Figura 33	Pareto estandarizado para grasa	57
Figura 34	Efectos principales para evaluación para grasa	57
Figura 35	Superficie de respuesta estimada para grasa	58
Figura 36	Superficie de respuesta estimada para deseabilidad	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de ejecución de la investigación	72
---	----

RESUMEN

La investigación se realizó en la Escuela Profesional de ingeniería en Industrias Alimentarias Sede Cajabamba y Cajamarca, tuvo como objetivo optimizar la sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal evaluando sus características sensoriales, retención de grasa y pérdidas por cocción; se utilizó la metodología experimental con diseño estadístico DCCR de 2³. Se obtuvo como resultado un valor óptimo de Deseabilidad de 0.69104, con porcentaje en factores del

11.2 % de carne de cuy y 8.5 % para la Piel de cuy, alcanzando la respuesta óptima para Evaluación sensorial general (343.4 puntos), Pérdida por cocción (41.3 %), Grasa (21.7 %), Color (315.2 puntos), Olor (297.0 %), Sabor (342.3 puntos) y Textura (311.0 puntos). Se concluye que la sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal para la evaluación sensorial es de 11.2 % de carne y 8.5 % para piel, para la pérdida de cocción es de 7.0 % de carne y 10.0 % para piel, el contenido de grasa es de 11.9 % de carne de cuy y 7.6 % para piel.

Palabras claves: cuy, piel, optimización, evaluación sensorial, pérdida de cocción, grasa.

ABSTRACT

The research was conducted at the Professional School of Food Industry Engineering, Cajabamba and Cajamarca campuses. The objective was to optimize the partial substitution of pork meat (*Sus scrofa domestica*) with guinea pig meat and skin (*Cavia porcellus*) in artisanal chorizo, evaluating sensory attributes, fat retention, and cooking losses. An experimental methodology was employed using a 2^3 factorial design (DCCR). The optimal desirability value obtained was 0.69104, with factor levels of 11.2% guinea pig meat and 8.5% guinea pig skin, reaching optimal responses for overall sensory evaluation (343.4 points), cooking loss (41.3%), fat content (21.7%), color (315.2 points), odor (297.0 points), flavor (342.3 points), and texture (311.0 points). It is concluded that the optimal partial substitution of pork meat with guinea pig meat and skin in artisanal chorizo is 11.2% and 8.5%, respectively, based on sensory evaluation; 7.0% and 10.0%, respectively, based on cooking loss; and 11.9% and 7.6%, respectively, based on fat content.

Keywords: guinea pig, skin, optimization, sensory evaluation, cooking loss, fat content.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

A nivel global, mantener una dieta equilibrada es fundamental para el desempeño de las actividades humanas. Un balance nutricional inadecuado puede dar lugar al desarrollo de diversas enfermedades, y cuanto más prolongada sea la exposición a una alimentación deficiente, más graves pueden ser las consecuencias (Juan-García & Gallego, 2015). Desde inicios de la pandemia de Covid-19, la nutrición equilibrada ha cobrado aún más relevancia en el fortalecimiento del sistema inmunológico para prevenir síntomas severos de la enfermedad (Nathania & Sunardi, 2021).

Ante este panorama, surge la necesidad de explorar alternativas nutricionales. Una de ellas podría ser la carne de cuy, que contiene aproximadamente un 10 % más de proteína que la carne de pollo y casi un 20 % menos de grasa. Además, incluye ácidos grasos esenciales como el linoléico, triptófano, fenilalanina, el ácido graso araquidónico (AA) y el ácido graso docosahexaenoico (DHA), junto con bajos niveles de colesterol y triglicéridos (Gómez Ramírez et al., 2020). Evaluación oxidativa, microbiológica, sensorial y perfil de ácidos grasos de un yogur con ácido docosahexaenoico (DHA) extraído de aceite de microalgas).

A pesar de los beneficios nutricionales de la carne de cuy, su consumo en el Perú es relativamente bajo, especialmente en comparación con otras carnes como el pollo y el cerdo. Esto se debe en parte a las preferencias alimentarias arraigadas y a la falta de innovación en la forma en que se presenta y se consume la carne de cuy. Además, existe una falta de conocimiento sobre formulación de productos cárnicos a base de cuy, cómo la sustitución de la carne de cerdo por carne de cuy puede afectar las características sensoriales de los productos cárnicos, como los chorizos artesanales.

Por lo tanto, el problema de investigación es ¿Cuáles son los porcentajes de sustitución de carne de cerdo (*Sus Scrofa Domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia Porcellus*) en un chorizo artesanal evaluando sus características sensoriales?

Este problema de investigación tiene implicaciones tanto prácticas como teóricas. Desde un punto de vista práctico, los hallazgos de este estudio pueden informar el desarrollo de nuevos productos cárnicos que sean tanto sabrosos como nutritivos. Desde un punto de vista teórico, este estudio puede contribuir a nuestra comprensión de cómo las innovaciones en la producción de alimentos pueden influir en las preferencias y comportamientos alimentarios de los consumidores.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa* domestica) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal evaluando sus características sensoriales?

1.3 Justificación

Desde el punto de vista tecnológico, la investigación tiene el potencial de abrir nuevas vías para la innovación en la industria alimentaria. La sustitución parcial de la carne de cerdo por carne y piel de cuy en un chorizo artesanal puede llevar a la creación de nuevos productos que sean tanto nutritivos como deliciosos. Además, este enfoque puede ayudar a superar algunos de los desafíos asociados con la producción de carne de cerdo, como el alto costo y el impacto ambiental. Al mismo tiempo, se puede promover el uso de la carne de cuy, un recurso que se produce en diversas provincias de la Región Cajamarca pero que se le está dando valor agregado.

La investigación generará nuevo conocimiento científico sobre las características sensoriales de los chorizos artesanales hechos con carne y piel de cuy. Esto puede ayudar a los investigadores a entender mejor cómo los consumidores perciben estos productos y qué factores pueden influir en su aceptación. Además, los hallazgos de este estudio pueden contribuir a la literatura existente sobre la nutrición y la salud, especialmente en relación con la importancia de mantener una dieta equilibrada de acuerdo a tendencias actuales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Optimizar la sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal evaluando sus características sensoriales.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) y de piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal evaluado sensorialmente.
- Optimizar la sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal evaluando la de cocción.
- Optimizar la sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal el contenido de grasa.

1.5 Hipótesis.

El porcentaje de sustitución de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) óptimas en un chorizo artesanal estará entre 11 % y 7.5 %.

1.6 Variables

a. Variables Independientes

- Porcentaje de sustitución de carne de cuy.
- Porcentaje de sustitución de piel de cuy.

b. Variables Dependientes

- Características sensoriales (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general).
- Porcentaje de retención de grasa
- Pérdidas por cocción

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Dalmás et al. (2012) en su investigación titulada “Desenvolvimiento de embutido rico en ferro elaborado a partir de subproductos comestibles de abate de caprinos” elaboró un chorizo de cabra a partir de subproductos del sacrificio caprino para determinar características fisicoquímicas y sensoriales. Propuso tres formulaciones, uno de los cuales se ahumó y el otro no. Hubo variaciones en la proporción de vísceras (30, 20 y 10%) y sangre (30, 40 y 50%). Evaluó parámetros de A_w , pH, color (L^* , a^* , b^*). La evaluación sensorial cualitativa se hizo mediante el método de grupos focales. La variación en la proporción de subproductos (sangre, corazón y riñón) en la preparación del chorizo no tuvo efecto significativo en la composición química, ni en los parámetros de pH y A_w . El ahumado disminuyó la A_w favoreciendo la calidad sensorial del chorizo en lo que respecta al atributo de aroma y sabor.

Fonseca et al. (2012) en su investigación “Monitoring the bacterial population dynamics during the ripening of Galician chorizo, a traditional dry fermented Spanish sausage” dio a conocer la dinámica de la población bacteriana en la maduración del chorizo gallego, un embutido seco fermentado tradicional del noroeste de España. Según los datos obtenidos tanto por identificación de aislados en placa por PCR en tiempo real, las especies dominantes entre estafilococos y lactobacilos fueron *Staphylococcus equorum* y *Lactobacillus sakei*, respectivamente. En el ensayo de PCR en tiempo real mostró suficiente sensibilidad para detectar y cuantificar estafilococos en la masa de carne antes del relleno, mostrando valores de 5,28 UFC/g al cuantificar *Staphylococcus spp.* y 2,87 UFC/g en la cuantificación de *S. equorum*. Por tanto, la PCR en tiempo real demostró ser una herramienta eficaz para el estudio de las asociaciones complejas desarrolladas en las fermentaciones cárnicas y para la caracterización de poblaciones dominantes.

Guevara et al. (2015) en su investigación “Elaboración de choricuy (chorizo de cuy - *Cavia porcellus*) a partir de carne inocua sin antibiótico” utilizó 50 cuyes (*Cavia porcellus*) machos de genotipo Cieneguilla en condiciones similares de alimentación y manejo, los que se sacrificaron a las 8 semanas de edad. Antes de la elaboración del chorizo, se realizaron diversas formulaciones (ensayos) con diferentes porcentajes de insumos. La primera formulación, se empleó 60 % de carne de cuy y un 38,2% de grasa de porcino, en la degustación, el sabor de la carne de cuy no se apreciaba con claridad, el sabor mayor apreciado era del cerdo. En la segunda formulación se consideró 60% de carne de cuy y 28,2% de grasa de porcino, en la prueba de degustación, el sabor de la carne de cuy no se apreció por la grasa de cerdo. Para la tercera formulación se reemplazó la grasa de porcino por grasa de vacuno, quedando un 50% de carne de cuy y 38,3% de grasa de vacuno, al realizar la prueba de degustación el mayor sabor fue de la carne de cuy, por lo que se consideró la fórmula definitiva. Sin embargo, el autor concluye que es posible elaborar choricuy a partir de una carne libre de antibióticos y suplementada con probiótico de flora natural y probiótico comercial.

Yupa T. (2017) en su investigación titulada “Evaluación sensorial a fin de vida útil de la carne de cuy (*Cavia Porcellus*) condimentada envasada al vacío”, se formuló un producto derivado de la carne de cuy evaluando su calidad sensorial, obteniendo como resultado que, el factor de textura del producto de carne de cuy estuvo influido de forma significativa por la edad del cuy, se estimó que el rango óptimo de edades es de 3 a 5 meses, además, la formulación óptima del producto consistió en condimentar la carne de cuy con ajo, comino y sal. Se concluyó que, la composición fisicoquímica del producto fue 73,17% de humedad, 16,48% de proteínas y 9,5% de grasas, la cual obtuvo un 90,67% de aceptabilidad calificada como muy buena. Esta investigación nos permite plantear las variables de evaluar.

Guevara et al. (2016) en su investigación “Chorizo de carne de cuyes suplementados con simbiótico natural en reemplazo de antibióticos promotores de

crecimiento”, el objetivo de esta investigación fue elaborar chorizo de carne inocua de cuy sin APC suplementado con un simbiótico natural. El chorizo de cuy se procesó con las carcasas de cada tratamiento, con pasta de tarwi y pasta de ajonjolí. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza y la prueba de Duncan, utilizándose el paquete estadístico INFOSTAT con 95% de confiabilidad. En la degustación, el mayor porcentaje en la categoría de preferencia se encontró en chorizo de T3 y T4 ambos con 66.7%, sin diferencia significativa ($p > 0.05$). Al análisis físico químico, la carcasa de T4 presentó el mayor ($p \leq 0.05$) porcentaje de humedad con 76.08% y en materia seca el mayor ($p \leq 0.05$) fue de T5 con 30.08%. Los mayores porcentajes en proteína ($p \leq 0.05$) se encontraron en el T3 con 19.86%, en extracto etéreo ($p \leq 0.05$) en T5 con 6.63%, en cenizas presentó el T2 con 1.02% y en extracto no nitrogenado presentó el T5 con 2.00%. El análisis microbiológico del chorizo salió aceptable con ausencia de *Salmonella sp.* Se concluye que el chorizo elaborado con carne de cuy del T3, T4 y T5 presenta mayor preferencia y mayor calidad nutritiva respecto al T1 y T2. Esta investigación no ayuda a plantear los niveles de las variables independiente.

Gómez & Teodoro (2013) en su investigación “evaluación de la sustitución parcial de carne de cuy (*Cavia porcellus*) en la elaboración de mortadela” que en la evaluación del análisis sensorial el producto a base de cuy es de agrado, los panelistas encontraron en las variables aromas, color, sabor y textura diferencia estadística significativa al ($p < 0.05$) entre las mortadelas con porcentajes de sustitución de 10 %, 20 % y 30 % de carne de cuy respectivamente, siendo la mortadela elaborada con 20 % de sustitución de carne de cuy la que presenta mayor nivel de agrado. Esta investigación no permitió plantear los niveles de las variables independientes.

Pereira et al. (2017) en su investigación titulada “Productos cárnicos elaborados a base de cuy”, tuvieron como objetivo elaborar distintos productos con carne de cuy como principal materia prima para fomentar su consumo y crear una nueva demanda de este

animal en el mercado. La metodología de la investigación se clasificó como exploratoria, descriptiva y explicativa con enfoque mixto, y se aplicó un instrumento para medir la aceptabilidad sensorial en 60 estudiantes universitarios. Se obtuvo como resultado que solo el 75 % de los encuestados nunca habían comido alguna vez carne de cuy, de los cuales el 12 % no estaba dispuesto a intentar probarla, además, del 88% de encuestados dispuestos a realizar la degustación, 90% señaló la preferencia por la carne de cuy en hamburguesa o chorizo. Se concluyó que, la población de estudiantes universitarios tuvo una buena aceptación por los productos cárnicos a base de cuy, especialmente la hamburguesa clásica y el choripan, resaltando que el sabor de la carne era más intenso que el de la carne de res en estos productos o similares. Esta investigación nos permitió plantear los niveles de las variables independiente.

Pallarico (2018) en la investigación “Elaboración de embutidos de cuy (*Cavia porcellus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*)” se plantea una formulación de chorizo y concluye que estos productos pueden entrar al mercado, como salchichas y chorizos, pero se tendría que utilizar intestino de bovino para que no pierda el sabor de la carne de cuy y conejo. La investigación permite elaborar parte de las operaciones unitarias del diagrama de flujo y contribuye a la parte sensorial.

Sánchez (2020) en su investigación titulada “Efecto de las proporciones de carne de cuy (*Cavia porcellus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en la aceptabilidad general del chorizo parrillero”, tuvo como objetivo determinar la aceptabilidad de la inclusión de cierto porcentaje de carne de cuy y carne de conejo en una elaboración de chorizo parrillero. La metodología se consideró cuantitativa y experimental, usándose el test de perfil de aceptabilidad como instrumento aplicado a la muestra de 51 personas. Se obtuvo como resultado que, se elaboraron distintas formulaciones para la composición de la carne del chorizo, sin embargo, la que obtuvo un mayor puntaje en aceptabilidad sensorial fue aquella que estuvo compuesta por 50 % de carne de cuy y 50 % de carne de conejo. Se

concluyó que la formulación elegida fue almacenada por un período de 60 días a fin de garantizar que tener un período de vida útil de ese rango, las muestras fueron evaluadas y se obtuvo un contenido de 60.7% de humedad, 26.9% de proteína, 9.1% de grasa y 3.3 de ceniza en concordancia con la normatividad nacional vigente. Esta investigación nos permite elaborar parte de las operaciones unitarias del diagrama de flujo y a al planteamiento de los niveles de la variable dependiente.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Carne:

Según la Norma Técnica Peruana: NTP 201.05.2008, la carne es la parte muscular de la canal o carcasa formado por el tejido blando que rodea el esqueleto, incluyendo su grasa, tendones, vasos, nervios y aponeurosis

Los factores que determinan la calidad de la carne son según Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca (Horcada, 2010), son:

a) La composición química de la carne.

La composición de la carne involucra varios componentes como agua, proteínas, grasas y contenido de cenizas, que pueden variar según la especie, raza, plan de alimentación e incluso el corte de carne específico (Horcada,2010).

b) pH.

En cuanto al nivel de pH, que es una característica química que cambia durante la conversión del músculo en carne post mortem, el valor del pH corresponde a $-\lg[H^+]$ o $\lg 1/[H^+]$. En los animales vivos, el pH del músculo oscila entre valores neutros (6,7 y 7,2). Después de la muerte del animal, la circulación sanguínea se detiene, deteniendo el suministro de oxígeno al músculo y otros nutrientes. Este proceso también desencadena diversos cambios bioquímicos en el tejido muscular (Guerrero martines & Marcela España, 2017).

c) Color.

El color de la carne depende del contenido de pigmentos (fundamentalmente mioglobina), del estado químico de esta molécula, del estado físico de las proteínas musculares y de la proporción de grasa de infiltración, los valores superiores al 2,5 % de contenido de grasa de infiltración se relacionan con un aumento de la reflectancia de la luz y en consecuencia proporcionan un aspecto más claro a la carne. La percepción del color de la carne resulta de la interacción de la luz, un detector (es decir, el ojo humano) y numerosos factores, tanto intrínsecos como extrínsecos al músculo, que influyen en el estado químico de la mioglobina (King et al., 2023).

d) Capacidad de retención de agua.

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la habilidad de la carne para retener agua constitutiva durante procesos de tratamiento o aplicación de fuerzas externas. Desde una perspectiva tecnológica, la excesiva pérdida de agua en la carne puede dificultar procesos como la salazón en la elaboración de productos cárnicos (Leal-Gutiérrez & Jiménez-Robayo, 2015).

e) Textura.

La dureza o ternura de la carne es uno de los atributos más importantes de su calidad. Este atributo no es tan variable en la carne de cerdo, carnero o ternera, pero sí en la carne de vacuno (Andújar et al., 2023).

2.2.2. Grasa de cerdo

La grasa animal corresponde al tejido adiposo de la canal o carcasa (INACAL, 2023a), el cual a su vez tiene su origen en las células indiferenciadas mesenquimatosas que se diferencian en adipoblastos para constituir los adipocitos o células grasas que constituyen el tejido graso. La grasa en el cerdo, la grasa se puede depositar a cuatro niveles: las cavidades corporales, la zona subcutánea y la localización inter e intramuscular (J. Ruíz et al., n.d.).

Son esteres de ácidos monocarboxílicos, que generalmente llevan una larga cadena de hidrocarburos (glicerol o propanotriol). Es un conjunto de moléculas orgánicas, que son insolubles en agua y soluble en disolventes orgánicos apolares (Cloroformo, éter, benceno y etanol). Los lípidos son moléculas pequeñas que están asociadas por una fuerza no covalentes(Melo & Cuamatzi, 2007) .

2.2.3. Cuy (*Cavia Porcellus*)

El cuy es un animal herbívoro que consta de un ciclo de reproducción corto, este puede alcanzar cinco alumbramientos por año, su carne se consume normalmente desde los dos meses; y es considerado de alta calidad por el aporte de proteínas que esta puede brindar a la dieta, en comparación de otros cárnicos; otra de sus características es que la digestión es ligera y fácil (Durán Aguirre, 2020).

Está morfológica compuesto por una cabeza grande en proporción a su cuerpo; cuello corto, grueso y musculoso; de tronco de forma cilíndrica; el abdomen contiene una gran capacidad y sus extremidades son cortas (Durán Aguirre, 2020). Existe en una diversidad de colores y pelaje los cuales también sirve para su clasificación por tipos, así mismo varían en cuanto a su rendimiento productivo los cuales son influenciados por el tipo de animal y su genética (Enriquez, 2019).

Los cuyes de saca que salen al mercado, son los animales reproductores que se retiran del plantel reproductivo al finalizar la etapa reproductiva de las hembras y los machos. Son menores a los de 18 meses de edad. Tienen la carne más dura, que requieren mayor tiempo de cocción.

2.2.4. Clasificación zoológica

Según FLORES BAÑOS & RONDÁN LLACMA, (2017) en la escala zoológica se ubica el cuy dentro de la siguiente clasificación:

Orden: *Rodentia*

Suborden: *Hystricomorpha*

Familia: *Caviidae*

Género: *Cavia*

Especie: *Cavia aperea aperea Erxleben*
Cavia aperea aperea Lichtenstein
Cavia cutleri King
Cavia porcellus Linnaeus

2.2.5. Carcasa de cuy

Podemos definir a la carcasa de cuy como el resultado del animal beneficiado, desangrado y escaldado (60- 70 °C por 45 - 60 segundos), sin pelos, sin cabeza y sin vísceras.

La carcasa mantiene la piel, las porciones laterales del diafragma y los depósitos grasos perirrenales y pélvicos (Arias et al., 2018).

2.2.6. Valor nutricional del cuy

El valor nutricional de la carne de cuy es superior al promedio, contiene proteínas, vitaminas y minerales, y además un porcentaje de aminoácidos esenciales como DHA (Tabla 4), siendo superior a cualquier tipo de carne de mamífero (Toro Rodríguez et al., 2019).

Tabla 1 *Composición química de la carne de cuy*

Determinación	Promedio	Máximo	Mínimo
Materia seca	27,1	30,2	22,3
Humedad	72,1	77,7	69,8
Cenizas	1,2	1,4	1-0
Proteína	18,3	20,6	16,5
Extracto etéreo	3,9	8,7	1,2

Nota: Tomado de Toro Rodríguez et al., (2019)

La carne de cuy es una valiosa fuente de proteínas, superior a otras carnes, que permitirá suplir la carencia o déficit reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la composición de la dieta del poblador peruano. Atributos complementarios son: su alta digestibilidad, bajas trazas de colesterol y triglicéridos, alta presencia de ácidos grasos linoleico y linolénico, esenciales para la alimentación del ser humano (Aceijas Pajares, 2014).

2.2.7. Productos Cárnicos

Según GRUPO ESNECA FORMACIÓN (2021), los productos cárnicos se clasifican en:

- Productos cárnicos crudos y frescos
- Productos cárnicos crudos curados
- Productos cárnicos crudos, curados y envasados: embutidos curados
- Salazones cárnicas curadas: jamones curados
- Productos cárnicos cocidos

Para el caso de la investigación que estamos desarrollando lo cataloga como **Producto Cárnico crudo y fresco**, los cuales se preparan a partir de carne magra troceada, grasas, especias, sal y que no están sometida a ningún tratamiento tecnológico de conservación, excepto refrigeración u congelación y requiere de cocción previa para su consumo, por ello se dividen en:

- a. **Embutidos crudos oreados:** salchichas, longanizas, chorizos frescos, etc.
- b. **Pastas cárnicas:** hamburguesas, albóndigas (crudas), etc

Estos productos cárnicos exigen una formulación previa, con porcentajes predeterminados: (GRUPO ESNECA FORMACIÓN, 2021)

- Carne: cerdo o cerdo/vacuno
- Grasa: 20 – 60 %
- Sal: aprox. 20 g/kg.
- Especias: depende de la región
- Aditivos

2.2.8. Análisis sensorial

La evaluación sensorial es una técnica que permite determinar características sensoriales de los productos indicándonos la aceptabilidad o rechazo se realiza usando los sentidos humanos e implica dos elementos, una de ellas las características propias del chorizo y otra por las percepciones que provoca en el catador a través de cada receptor, asociando los atributos sensoriales a los parámetros que definen la calidad del chorizo (Bello Gutiérrez, 2008).

La evaluación sensorial puede ser definida por una prueba de diferenciación o discriminación o una prueba de aceptación del consumidor; la primera puede realizarse con pocos panelistas entrenados e incluso con un panelista bien entrenado, mientras que la segunda tendría que realizarse con un grupo grande representativo de la población de poco o sin entrenamiento (Charley, 2007). Pudiendo realizarse con la aplicación de métodos científicos logrando definir, medir, analizar e implementar las sensaciones que provoca el producto en los sentidos humanos (oído, vista, olfato, tacto y gusto); que reaccionan a las propiedades fisicoquímicas del chorizo que se definen como impresiones percibidas (Tabla 2) y los tipos de escala de medición (Tabla 3) (Bello Gutiérrez, 2008).

Tabla 2 *Impresiones percibidas por los sentidos para una evaluación*

Sentidos	Impresiones percibidas	Tipos de atributos detectados
Ojo	Visual	Color, brillo, tamaño y forma
Oído	Sonidos	Fragilidad
Nariz	Olor	Sustancias volátiles aromáticas
Lengua	Sabor	Ácido, Dulce, saldo, amargo, umami
Cavidad	Somatosensorial	Astringente, ardiente, refrescante, caliente
Ducal	Textura	Consistencia, fibrosidad, untuosidad

Nota. Tomado de Bello Gutiérrez, (2008).

Tabla 3 *Tipos de escala para evaluación sensorial.*

Tipos
Nominales
Ordinales
Proporcionales y escalas de intervalos
Gráfica lineal
Hedónica de nueve puntos o escala Likert.

Nota. Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos (Watts et al., 1992).

Las escalas hedónicas se usan para que el catador exprese si un producto es de su agrado o no, si le gusta o disgusta, si es aceptable o lo rechaza; si prefiere el producto o no; como son calificaciones completamente personales un poco complicadas al momento de interpretar ya que depende de la percepción individual. Este tipo de estudios son realizados para determinar el grado de aceptabilidad o agrado en nuevos productos o para profundizar más y obtener información para mejorar el producto (Mariezcuerrera Berasain, 2015).

La más usada es la escala hedónica de 9 puntos para lograr medir si un producto alimenticio es agradable o no, que va desde un "me gusta muchísimo" hasta "me disgusta muchísimo" con un punto intermedio expresado por "Ni me gusta ni me disgusta" que representa a un gusto neutro (Watts et al., 1992).

Los principales factores que afectan la calificación en el análisis de evaluación sensorial para el chorizo son la materia prima que se utiliza para su elaboración y el proceso tecnológico que este sufre para su transformación (Henostroza et al., 2011).

2.2.9. Tipos de análisis sensorial

Los tipos de análisis sensorial son descriptivo, afectivo, de discriminación, preferencia y perfil temporal (Endrizzi, et al., 2013).

- **Análisis sensorial descriptivo**

Este tipo de análisis implica la evaluación sistemática de un producto para identificar y cuantificar sus características sensoriales utilizando un lenguaje estándar y una lista de términos de referencia.

- **Análisis sensorial afectivo**

Este tipo de análisis se enfoca en la evaluación de la aceptación de un producto por parte del consumidor. Los participantes prueban los productos y proporcionan información sobre su grado de agrado o desagrado utilizando escalas de medición como escalas hedónicas.

- **Análisis sensorial de discriminación**

Este tipo de análisis se utiliza para determinar si hay diferencias significativas entre dos o más productos. Los participantes prueban los productos y deben identificar si hay alguna diferencia sensorial entre ellos.

- **Análisis sensorial de preferencia**

Este tipo de análisis se utiliza para identificar las preferencias de los consumidores por diferentes productos o formulaciones. Los participantes prueban los productos y deben indicar cuál prefieren y por qué.

- **Análisis sensorial de perfil temporal**

Este tipo de análisis implica la evaluación de cómo cambian las características sensoriales de un producto a lo largo del tiempo. Los participantes prueban los productos en diferentes momentos y proporcionan información sobre cómo evolucionan sus características sensoriales.

- **Análisis sensorial de textura**

Este tipo de análisis se enfoca en la evaluación de las características de textura de un producto, como la firmeza, la viscosidad o la elasticidad. Los participantes prueban los productos y proporcionan información sobre las características de textura del mismo.

2.2.10. Propiedades a evaluar en el análisis sensorial.

Según (GUILLÉN et al., 2015) las propiedades más relevantes a evaluar en embutidos son:

- **El color**

El color de la carne de cuy depende del tipo de músculo, este sirve para determinar la calidad y edad del animal, ya que a mayor concentración de mioglobina implica que la carne pertenece a un animal de mayor edad, y esto se puede observar en una coloración más oscura de la carne.

- **La textura**

Uno de los factores más importantes para determinar si la textura de la carne será blanda, es la edad del cuy, ya que el colágeno es la que permite la suavidad de esta y mientras el animal es más viejo, este colágeno se vuelve más insoluble, por lo tanto, más duro.

- **El sabor**

El sabor de la carne de cuy derivará de la calidad de la carne y el tipo de preparación o tratamiento que se le dé a la misma, ya sea porque es cocida, frita o asada, además el tipo de método de conservación que tenga también afecta al sabor de la misma.

2.2.11. Tecnología del chorizo.

a. Chorizo

Es un embutido crudo, curado o no, ahumado o no constituido por una masa hecha a partir de carne de porcino, bovino o ave, o mezcla de estas, de porcino, bovino o ave; todos adecuadamente triturados y mezclados, y con agregados de hortalizas, especias y aditivos, cuya composición (Tabla 4) está en función a la cantidad de carne.

Tabla 4 *Composición del chorizo*

Componente	Max/Min	Extrafino (%)	Fino (%)	Extra (%)	Económico (%)
Carne	Min	70.00	60.00	30.00	20.00
Grasa	Max	20.00	30.00	41.00	43.00
Agua añadida	Max	10.00	10.00	15.00	17.00
Proteína no cárnica	Max	0.00	0.00	3.50	5.00

Nota. En las clases Extrafino y Fino, la carne provendrá exclusivamente de carcasas cuya clasificación será de primera y debe ser de porcino, bovino o ave. En la clase económica, se permite también el uso de carne industrial. Tomado de (NTP 201.012, 2019).

b. Proceso de elaboración del chorizo

En la elaboración de chorizo se incluye carne de cerdo, bovino o ave, con la adición de algunos otros ingredientes como sal, pimentón, ajo, otras especias y aditivos autorizados en función a la composición del chorizo (Extrafino, Fino, Extra y Económico). Luego de mezclar estos ingredientes, el producto es embuchado en tripa natural o artificial, para iniciar el proceso de fermentación y luego el paso de almacenamiento (maduración). Puede ser sometido a un ahumado natural durante este proceso (Prado et al., 2019).

2.3. Definición de términos

▣ **Aceptabilidad sensorial.**

Es la medida en que los panelistas aceptan o rechazan el chorizo artesanal de acuerdo a sus características y percepciones a través de cada receptor, asociando los atributos sensoriales a los parámetros que definen la calidad del chorizo (Bello Gutiérrez, 2008).

▣ **Características sensoriales.**

Son atributos de los alimentos que son percibidos por los sentidos humanos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) y que determinan la aceptación o rechazo de un producto por parte del consumidor (Severiano-Pérez, 2019).

▣ **Chorizo.**

Embutido crudo, curado o no, ahumado o no constituido por una masa hecha a partir de carne de porcino, bovino o ave, o mezcla de estas, de porcino, bovino o ave; todos adecuadamente triturados y mezclados, y con agregados de hortalizas, especias y aditivos (INACAL, 2023).

▣ **Chorizo artesanal**

El chorizo artesanal es un embutido crudo elaborado principalmente con carne y grasa de cerdo, condimentado con sal, especias y condimentos naturales, sin el uso de aditivos industriales, y producido mediante técnicas tradicionales transmitidas generacionalmente, en pequeña escala y con bajo nivel de mecanización. Su elaboración se caracteriza por el uso intensivo de mano de obra familiar, la ausencia de procesos automatizados y una limitada intervención tecnológica, lo que le confiere propiedades sensoriales y culturales distintivas (González-Tenorio et al., 2013a).

▣ **Optimización.**

Es el proceso de ajuste de las proporciones de sustitución de la carne de cerdo por la carne y piel de cuy en el chorizo para maximizar la aceptabilidad sensorial del producto final.

▣ **Pérdidas por cocción**

Es la relación porcentual, expresada entre la diferencia de peso del chorizo recién embutido sin cocción y peso del chorizo posterior a la cocción sobre el peso del chorizo recién embutido sin cocción (Rúa-Osorio et al., 2019).

▣ **Retención de grasa.**

Es la cantidad de grasa retenida después de la cocción de la hamburguesa (García et al., 2009).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo experimental se efectuó en el Laboratorio de Tecnología de la Carne de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industria Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca y sede Cajabamba que está ubicada en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, cuya universidad se encuentra a una altitud de 2750 msnm, 78° 29' 44" de longitud oeste y 7° 10' 01" latitud sur con clima templado, seco y su temperatura media anual es de 15,6 °C (Figura 1).

Figura 1 *Mapa de ubicación*



3.2. Materiales

3.2.1 Materia prima e insumos

- Carne de Cuy
- Carne de Cerdo
- Tripas de cerdo limpias
- Grasa
- Sal curante

- Sal común
- Eritorbato
- Pimentón rojo
- Ajo
- Cebolla
- Comino molido
- Pimienta blanca

3.2.2 Materiales de elaboración

- Moledora de carne.
- Embutidora.
- Mezcladora.
- Bandejas plásticas de 50 x 40 cm.
- Bolsas de LDPE de 30 cm de ancho.
- Cucharas de metal.
- Molino eléctrico de carnes.
- Recipientes de aluminio de 5 l de capacidad.

3.2.3 Materiales de análisis

- Extractor tipo Soxhlet
- Lunas de reloj.
- Matraces Erlenmeyer de 200; 500 ml.
- Papel de filtro Albet 242 mm de diámetro.
- Pinzas metálicas.
- Pipeta de 1; 2; 10 ml.
- Probetas de 50 ml.
- Varilla fina de vidrio.

- Vernier
- Escala hedónica de nueve puntos o escala Likert

3.2.4 Equipos de laboratorio

- Balanza analítica. Marca Precisa, modelo LX 220 SCS
- Cocina eléctrica hechiza de alto calentamiento.
- Extractor tipo Soxhlet
- Refrigerador
- Sellador

3.2.5 Reactivos

- Agua destilada.
- Éter de Petróleo 35-60 °C.
- Alcohol de 95°

3.3. Metodología

3.3.1. Variables:

a. Variables Independientes

- Porcentaje de sustitución de carne de cuy.
- Porcentaje de sustitución de piel de cuy.

b. Variables Dependientes

- Características sensoriales: aceptabilidad general.
- Porcentaje de retención de grasa
- Pérdidas por cocción

3.3.2. Niveles

Porcentaje de sustitución de carne de cuy:

$$-\alpha = 5$$

$$-1 = 5.7$$

$$0 = 7.5$$

$$+1 = 9.3$$

$$+\alpha = 10$$

Porcentaje de sustitución de piel de cuy:

$$-\alpha = 5$$

$$-1 =$$

$$5.7$$

$$0 = 7.5$$

$$+1 = 9.3$$

$$+\alpha = 10$$

3.3.3. Tratamientos de estudio

□ Unidad de análisis

Será el chorizo artesanal elaborado sustituyendo parcialmente la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*).

□ Muestra:

Se utilizará 1Kg por cada tratamiento, cada muestra se realizará por triplicado.

De la combinación de los diferentes niveles de cada factor se dieron como resultado los siguientes tratamientos:

Tabla 5 *Tratamientos en estudio.*

Valores codificados		
Tratamientos	X1	X2
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	- α	0
6	α	0
7	0	- α
8	0	α
9	0	0
10	0	0
11	0	0

X1: Carne de cuy (%), X2: Piel de cuy (%)

3.3.4. Diseño estadístico

Se utilizará el diseño compuesto central rotacional (DCCR) 2^2 . Este diseño nos proporciona un total de 11 pruebas de las cuales 4 son factoriales, 3 puntos centrales y 4 axiales.

Tabla 6 *Variables independientes del diseño compuesto central rotacional (DCCR) 2^2 .*

Cód.	Variables independientes	Niveles				
		-	-1	0	+1	+ α
X1	Carne de cuy (%)	7	8.1	11	13.9	15
X2	Piel de cuy (%)	5	5.7	7.5	9.3	10

Obtenidos Usando $\pm |\alpha| = 1.4142$

Tabla 7 Valores codificados y valores reales del diseño compuesto central rotacional (DCCR) 2².

Tratamientos	Valores codificados		Valores reales	
	X ₁	X ₂	Carne de cuy (%)	Piel de cuy (%)
1	-1	-1	8.1	5.7
2	1	-1	13.9	5.7
3	-1	1	8.1	9.3
4	1	1	13.9	9.3
5	-α	0	7.0	7.5
6	α	0	15.0	7.5
7	0	-α	11.0	5.0
8	0	α	11.0	10.0
9	0	0	11.0	7.5
10	0	0	11.0	7.5
11	0	0	11.0	7.5

± |α| = 1.4142; X₁, X₂ = Variables independientes: Carne de cuy (%). Piel de cuy (%).

3.3.5. Proceso de elaboración

Tabla 8 Formulación Chorizo

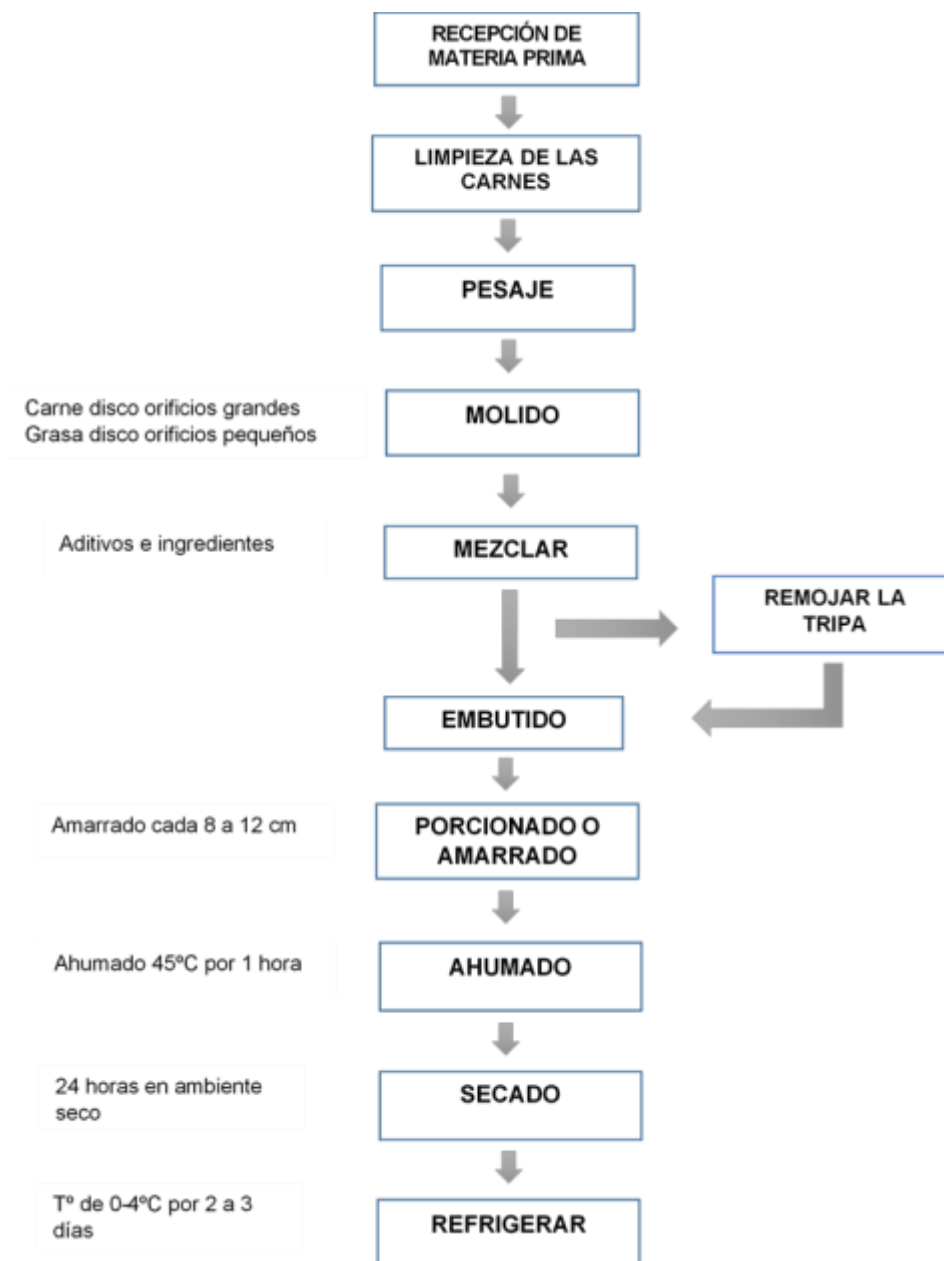
Fresco

Ingredientes	Porcentaje (%)
carne de Cuy	20
carne de Cerdo	54.15
Grasa	20
Sal curante	0.3
Sal común	1.7
Eritorbato	0.3
Pimentón rojo	0.2
Ajo	0.5
Cebolla larga	2.5
Comino molido	0.15
Pimienta blanca	0.2

Nota: la tabla muestra la formulación de chorizo. Adaptado de Guevara, Tapia, Condorhuamán, Hernández, Vera, et al. (2015).

3.3.5.1. Flujo de operaciones para la elaboración

Figura 2 *Flujograma del proceso de elaboración.*



Nota. la figura muestra el flujo del proceso de elaboración de la hamburguesa de cuy. Adaptado de (Guevara, Tapia, Condorhuamán, Hernández, Vera, et al., 2015)

3.3.5.2. Descripción del proceso del proceso de elaboración

□ **Recepción de materia prima**

Se empleó carne de cuy deshuesada, cerdo y grasa.

□ **Limpieza de las carnes**

Se obtuvo carnes magras, se retiró cartílagos, tendones, y restos de hueso.

Separar el tocino del cuero.

- #### □ **Pesaje:** se pesó las carnes, grasa y demás ingredientes en una balanza gramera, Se cortaron en fragmentos de 3 centímetros la carne y la grasa.

Figura 3 *Pesaje de los insumos.*



Nota. La imagen muestra el pesaje de los insumos utilizados en la elaboración de los chorizos.

- #### □ **Adecuar las tripas:** se utilizó tripa natural de cerdo conservado en sal y refrigeradas. Antes de embutir, se lavó las tripas, y dejó en agua tibia por lo menos 20 minutos para que se hidraten.
- #### □ **Molido:** previo a la operación de molido se realizó un trozado con cuchillos previamente desinfectados con el fin de tener porciones homogéneas y facilitar el ingreso a la maquina moledora y se introdujeron por separado en la moledora de carne hasta lograr una consistencia de masa molida deseada

Figura 4 *Molienda de la carne de cuy*



Nota. La imagen muestra la molienda de grasa de cerdo y filete de tilapia utilizando el disco de salida del molino de 8 mm de diámetro.

- **Mezclar:** se integró la carne, la grasa, la sal y los demás ingredientes. Para mejorar el sabor del producto antes de embutir se dejó la mezcla en reposo durante 10 horas en refrigeración.

Figura 5 *Integración de los componentes*



Nota. La imagen muestra el proceso de la integración de los componentes según las formulaciones.

- **Embutir:** el embutido de las masas se efectuó utilizando una embutidora de acero inoxidable, se embutió utilizando tripa natural calibrada de cerdo utilizando una mesa de acero inoxidable.

Figura 6 *Embutido de la mezcla*



Nota. La imagen muestra el proceso de embutido del chorizo.

Proporcionado: Una vez embutido el chorizo se divide en tramos iguales de 10 centímetros, se ata con hilo.

- **Ahumado:** sometió al chorizo al ahumador a 45°C por 1, la acción del humo que le confiere ciertas características organolépticas sumadas a la acción de conservación.
- **Secado:** los chorizos se llevaron a secar al ambiente, colgarlos por 24 horas en un lugar fresco con buena ventilación de aire, para que el producto se deshidrate adecuadamente, desarrollando aroma, y sabor.

Figura 7 *Chorizos artesanales*



Nota. La imagen muestra los chorizos elaborados con los diferentes tratamientos listos para los análisis.

□ **Refrigeración:** el producto terminado se conservó en refrigeración o para evitar su deterioro para realizar los análisis correspondientes.

3.3.5.3. Evaluación sensorial

Se usó la escala hedónica de 9 puntos, donde el valor 9 = Me gusta muchísimo hasta la calificación 1 = Me disgusta muchísimo (Tabla 9)

Tabla 9 *Códigos de calificación.*

9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Nota. Adaptado de Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos (Watts et al., 1992).

3.3.5.4. Análisis de las propiedades físicas

Para la determinación de propiedades físicas ha adaptado las diferentes metodologías.

□ **Determinación del porcentaje de grasa (%).**

Se determinó según AOAC, (1990). Se desecaron las muestras en la estufa durante media hora y posteriormente se realizó la extracción con éter de petróleo en el equipo Soxhlet durante 4 horas a goteo continuo. Una vez frío, se destiló el solvente (éter de petróleo), y se calculó el % de grasa.

Procedimiento de extracción.

- Secar las muestras de hamburguesa en la estufa, aproximadamente 4,0 g. Tomar 2,0 g de muestra en un capuchón, o en su defecto a un “sobre” de papel de filtro que retenga la muestra en el interior del Soxhlet, utilizando balanza analítica.
- Introducir el capuchón en el interior del equipo Soxhlet.
- Tapar el balón con el equipo Soxhlet, el cual se conecta al condensador a reflujo
- Proceder la extracción durante 4 horas.
- Finalizada la extracción, dejar enfriar el equipo.
- Destilar el solvente orgánico que contiene la grasa extraída, mediante destilación simple, para su separación.
- Cuantificar el peso en una balanza analítica y los resultados de estos reemplazar en la ecuación siguiente: **% Grasa= (BG-B) x 100/W** Donde:
B = Peso del balón vacío.
BG = Peso del balón más la grasa.
W = Peso de la muestra.

□ Pérdidas por cocción

Para determinar las pérdidas por cocción, se usó la metodología planteada para ello se pesó cada muestra antes y después de ser llevada a cocción (Rúa-Osorio et al., 2019).

$$\% \text{ pérdida por cocción} = \frac{(\text{Peso antes} - \text{peso después})}{\text{Peso antes}} \times 100$$

Donde:

Peso antes = peso del chorizo recién embutido sin cocción.

Peso después = peso del chorizo posterior a la cocción.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño CCR fue propuesto por Box & Wilson (1951; citado en Mora 2000) como una alternativa al factorial 3k; básicamente consiste de un núcleo factorial 2k, cuyos niveles de los factores se codifican con +1 y -1, así como niveles α que pueden variar de acuerdo al número de factores a evaluar y garantiza, además, una propiedad estadística de rotabilidad. En la investigación se quiere evaluar dos factores (X1: % de carne de cuy y X2: % de piel de cuy), la primera dentro de un ámbito de exploración de 7 % hasta 15 % y la segunda des 5 % hasta 10%; para obtener la mejor formulación de un chorizo artesanal.

4.1 Evaluación de las características sensoriales.

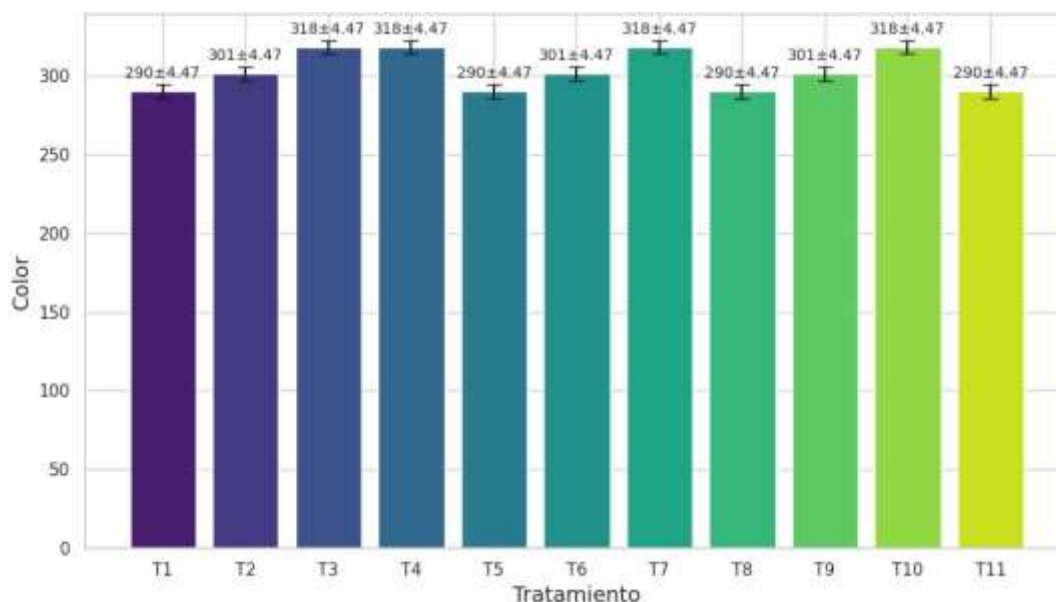
4.1.1 Evaluación del color

Según Hough y Siszman (2005), para que una persona tenga percepción del color, la luz que procedente de un foco luminoso o reflejada por un objeto debe incidir en la retina y a través de impulsos nerviosos llegar a la corteza cerebral donde se obtiene una percepción consciente del color correspondiente. Este sería el principio fisiológico para tener en cuenta la cual han dado consigo los puntajes que se muestran en la Figura 8.

Para analizar la aprobación más baja en los diversos tratamientos podemos ver que se trata de aquellos que tienen un mayor porcentaje de carne de cuy, donde los porcentajes varían entre 7 y 15 % de carne de cuy, 5.7 a 7.5 de piel de caracas de cuy y entre 47.5 y 56.2 % de carne de cerdo; al respecto (Hernández et al., 2009) señalan que el color de la carne depende de donde provienen el músculo, de la actividad en la que está involucrada además de la concentración de mioglobina; además del estado de oxidación del átomo de hierro del grupo hemo y de una posible desnaturalización de la mioglobina. En este sentido, podemos indicar que, si bien se ha tomado los músculos del cuy, no se ha visto en forma específica de donde proceden, pero fueron animales que cumplió con los estándares para el sacrificio, aún faltan un estudio más detallado al respecto; los puntajes más altos fueron

el tratamiento 2 y el tratamiento 11, donde la carne de cuy esta entre 11 y 13.9 %, la piel entre 5.7 a 7.5 y la de cerdo 50 a 51.5 %

Figura 8 Evaluación sensorial del color de chorizo artesanal



Nota. Se observa la distribución de los puntajes de color de los diferentes tratamientos.

En el análisis ANOVA para el color del chorizo se consigna la Tabla 10 donde se puede observar que existe variabilidad en porcentaje de carne de cuy, donde el P valor es menor del 5 % lo que indica que es significativo que influye en el color.

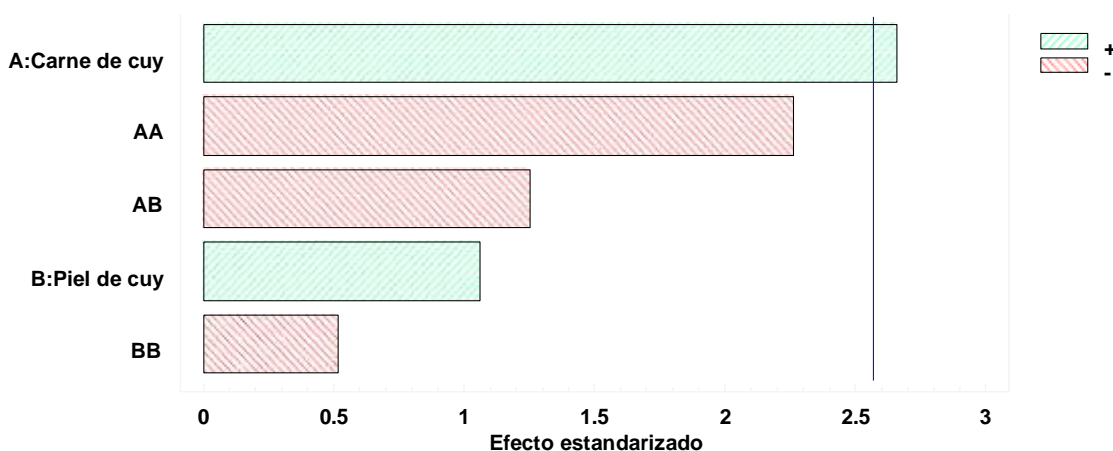
Tabla 10 Análisis de Varianza para Color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Carne de cuy	705.583	1	705.583	7.07	0.0449
B: Piel de cuy	112.335	1	112.335	1.13	0.3371
AA	509.91	1	509.91	5.11	0.0733
AB	156.25	1	156.25	1.57	0.2661
BB	26.5012	1	26.5012	0.27	0.6282
Error total	498.677	5	99.7354		
Total (corr.)	1271.64	10			

Nota. R-cuadrada = 60.7846 por ciento. R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 21.5692 por ciento. Error estándar del est. = 9.98676. Error absoluto medio = 5.44809

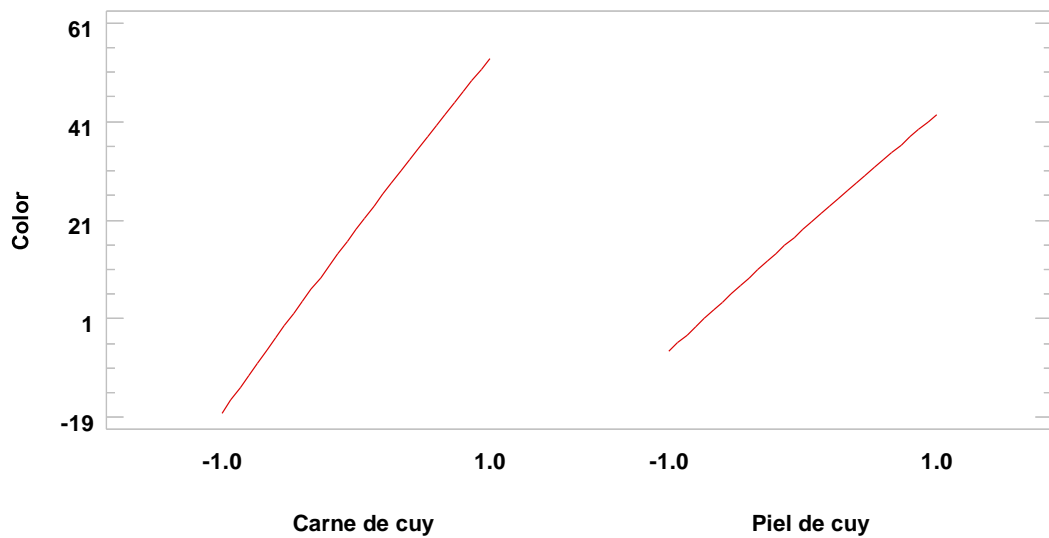
Asimismo, al graficar los efectos estandarizados mostrados en la Figura 9, observamos que el contenido de carne de cuy es único factor con mayor significancia. La Figura 10 muestra los efectos individuales y como resultado se observa, el cambio de color el chorizo artesanal se ve influenciado por el contenido de carne de cuy, insumos como el pimienta influye sobre la apariencia del producto y actúa como un factor de selección por parte del consumidor, siendo la valoración del color en los embutidos subjetiva (QuinteroSalazar et al., 2011). Al respecto el color refleja la calidad de los alimentos e influir en la evaluación sensorial por parte de las personas; los mecanismos de regulación del color en productos cárnicos y el uso de colorantes define la aceptabilidad de los alimentos generan una apariencia uniforme a cualquier tipo de alimento (Zhou et al., 2022).

Figura 9 Pareto estandarizado para color



Nota. La gráfica muestra el comportamiento de las variables: Carne y piel de cuy sobre el color.

Figura 10 Efectos principales para Reducción para color

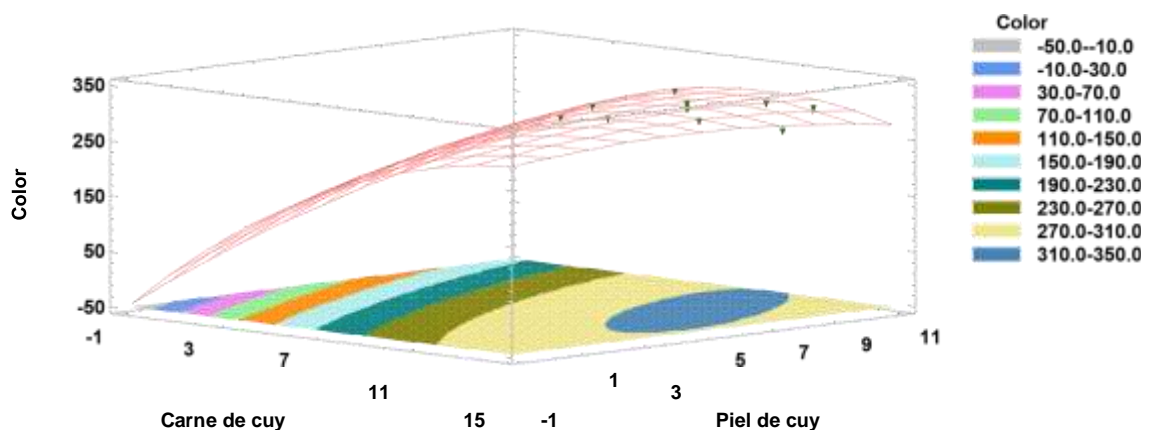


Nota. La gráfica muestra efectos individuales del contenido de carne y piel de cuy sobre el color del chorizo artesanal.

En la Figura 11 se muestra el cálculo de la superficie de respuesta estimada del color para el chorizo artesanal, pudiendo maximizarse hasta 315.699 puntos con valores de 11.5663 de carne de cuy y 7.41269 de piel de cuy, la ecuación del modelo es:

$$\text{Color} = 19.052 + 35.9195 \cdot \text{Carne de cuy} + 23.9908 \cdot \text{Piel de cuy} - 1.16906 \cdot \text{Carne de cuy}^2 - 1.19732 \cdot \text{Carne de cuy} \cdot \text{Piel de cuy} - 0.68417 \cdot \text{Piel de cuy}^2.$$

Figura 11 Superficie de respuesta estimada para el color



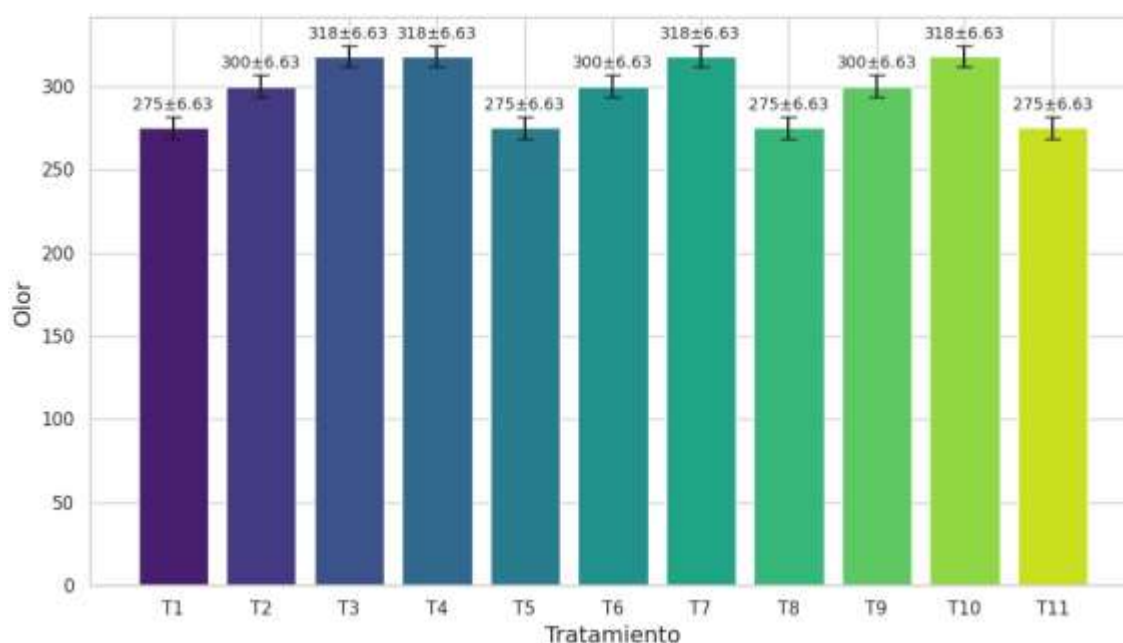
Nota. La gráfica muestra la superficie de respuesta estimada para el color del chorizo artesanal del contenido del contindo de carne y piel de cuy.

La maximización hasta 315.699 puntos puede con 11.5663 % de carne de cuy y 7.41269 % de piel de cuy puede deberse a la presencia de aditivos como nitritos y nitratos han podido ejercer efecto sobre el color del chorizo artesanal por la formación de nitrosomioglobina (Pérez & Andújar, 2000), la cual constituye un pigmento característico del curado (Montes Álvarez et al., 2013).

4.1.2 Evaluación del olor

El olor desempeña un papel muy importante al momento de evaluarlos sensorialmente los alimentos para su identificación y las fuentes de las que provienen son complejas; el olor se origina por las sustancias volátiles que cuando se desprenden (Espinosa, 2007). Al respecto en las pruebas T1 (275) y T5 (278) (Figura12) tuvieron un menor puntaje si vemos los porcentajes de carne de cerdo está entre 55.5 y 56.2 % que tienen una diferencia menor del 1 %, al igual que las cantidades de musculo de cuy en donde la diferencia es menor al 1 %, mientras que existe alguna diferencia mayor para la piel de cuy con casi un 2 %. En lo que respecta a los porcentajes máximos, que tienen entre y 50 y 54 % de carne de cerdo, mientras que un 5 y 5.7 de piel de cuy; pero contiene entre 11 y 13.9 % de musculo de cuy. Por tanto, la mayor presencia de carne de cuy hace que se tenga una mejor percepción del olor al respecto.

Figura 12 Evaluación sensorial del olor de chorizo artesanal



Nota. Se observa la distribución de los puntajes de olor de los diferentes tratamientos.

En el análisis ANOVA para el olor del chorizo artesanal se consigna la Tabla 11 donde se puede observar que no existe variabilidad entre el porcentaje de carne y piel de cuy.

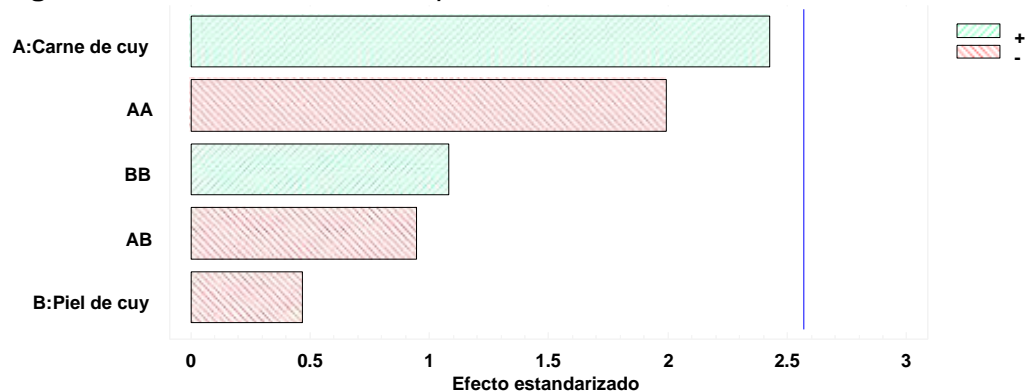
Tabla 11 Análisis de Varianza para Olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Carne de cuy	276.938	1	276.938	5.88	0.0597
B: Piel de cuy	10.2642	1	10.2642	0.22	0.6602
AA	186.692	1	186.692	3.97	0.1031
AB	42.25	1	42.25	0.90	0.3869
BB	55.1137	1	55.1137	1.17	0.3286
Error total	235.369	5	47.0738		
Total (corr.)	950.0	10			

R-cuadrada = 75.2243 por ciento, R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 50.4487 por ciento, Error estándar del est. = 6.86103, Error absoluto medio = 3.92439

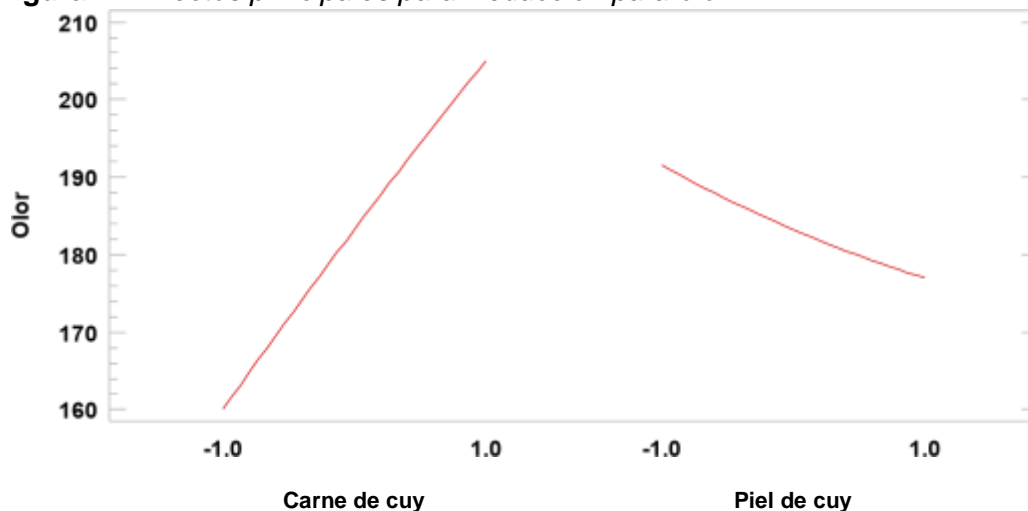
Asimismo, al graficar los efectos estandarizados mostrados en la Figura 13, observamos que no hay significancia. La Figura 14 muestra los efectos individuales y como resultado se observa que a medida que se incrementa la carne de cuy el olor del chorizo artesanal tiende a cambiar ya que es el resultado de una combinación de ingredientes, fermentación, maduración y cocción.

Figura 13 Pareto estandarizado para olor



Nota. La gráfica muestra el comportamiento de las variables: Carne y piel de cuy sobre el color.

Figura 14 Efectos principales para Reducción para olor



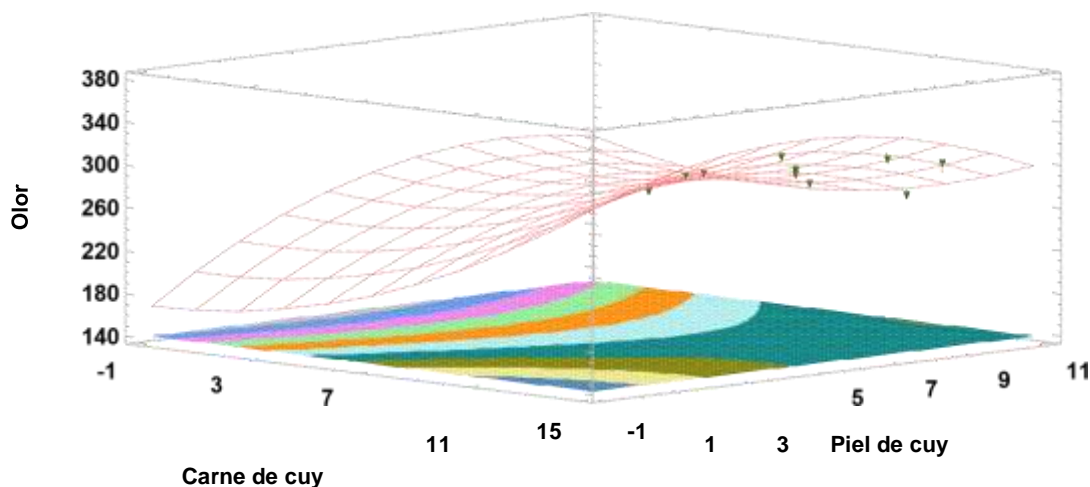
Nota. La gráfica muestra efectos individuales del contenido de carne y piel de cuy sobre el olor del chorizo artesanal.

En la Figura 15 se muestra el cálculo de la superficie de respuesta estimada del olor para el chorizo artesanal, pudiendo maximizarse hasta 303.033 puntos con valores de 11.5109 de carne de cuy y 10.00 de piel de cuy, la ecuación del modelo es:

$$\text{Olor} = 183.249 + 22.5034 \cdot \text{Carne de cuy} - 7.25188 \cdot \text{Piel de cuy} - 0.70738 \cdot \text{Carne de cuy}^2 - 0.622605 \cdot \text{Carne de cuy} \cdot \text{Piel de cuy} + 0.986645 \cdot \text{Piel de cuy}^2$$

Figura 15

Superficie de respuesta estimada para el color



Nota. La gráfica muestra la superficie de respuesta estimada para el olor del chorizo artesanal del contenido del contindo de carne y piel de cuy.

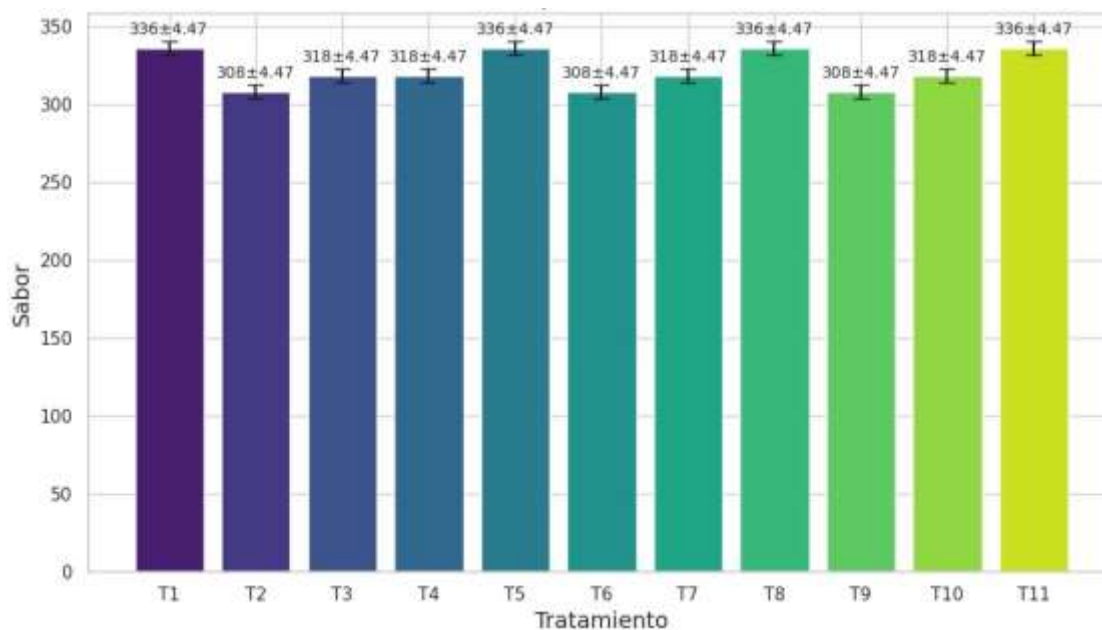
La maximización del olor hasta 303.033 puntos con valores de 11.5109 de carne de cuy y 10.00 de piel de cuy, se ha podido dar por la una interacción compleja entre los ingredientes, la fermentación microbiana, la oxidación lipídica y la aplicación de procesos térmicos, según (Spanier et al., 2004) los compuestos volátiles derivados de la oxidación de ácidos grasos y la degradación proteica son clave en la formación de los perfiles aromáticos en embutidos curados. Asimismo, Lorenzo & Franco, (2012) destacan que la maduración y la fermentación influyen significativamente en el desarrollo de compuestos como los aldehídos y los fenoles, esenciales para el olor característico del chorizo.

4.1.3 Evaluación del sabor

El sabor de los chorizos artesanales es el resultado de la interacción entre ingredientes, fermentación, procesos de maduración y cocción (Spanier et al., 2004), su perfil sensorial depende de los compuestos volátiles generados, las especias utilizadas y la presencia de grasa animal (Lorenzo & Franco, 2012). Un equilibrio adecuado entre estos elementos es esencial para obtener un chorizo de alta calidad y gran aceptación por parte del consumidor (Ruiz-Capillas & Herrero, 2021).

Los resultados muestran que los puntajes más altos fueron el tratamiento 2, 10 y el tratamiento 11, donde la carne de cuy está entre 11 y 13.9 %, la piel entre 5.7 a 7.5 y la de cerdo 50 a 51.5 % (Figura 16).

Figura 16 Evaluación sensorial del sabor de chorizo artesanal



Nota. Se observa la distribución de los puntajes de sabor de los diferentes tratamientos.

En el análisis ANOVA para el sabor del chorizo se consigna la Tabla 12 donde se puede observar que existe variabilidad en porcentaje de carne de cuy, donde el P valor es menor del 5 % lo que indica que es significativo que influye en el sabor.

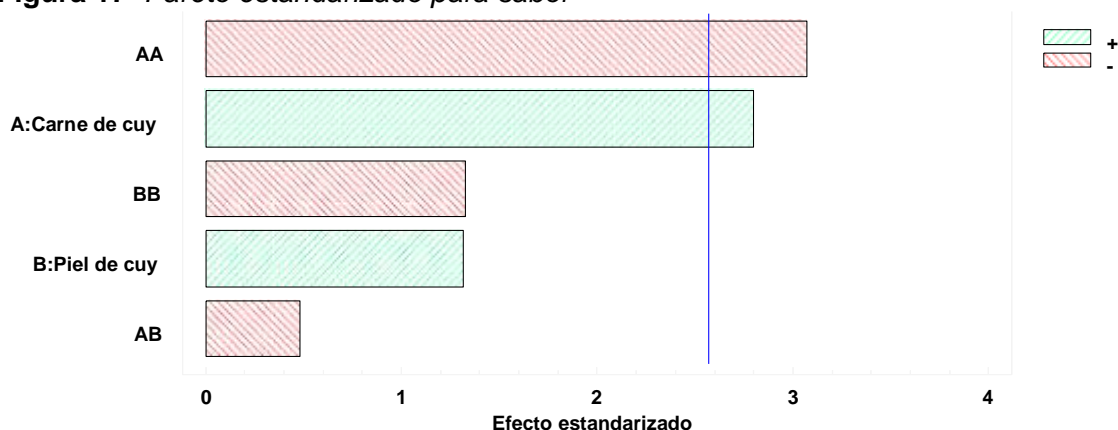
Tabla 12 Análisis de Varianza para sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Carne de cuy	1203.16	1	1203.16	7.84	0.0380
B: Piel de cuy	266.483	1	266.483	1.74	0.2448
AA	1450.25	1	1450.25	9.44	0.0277
AB	36.0	1	36.0	0.23	0.6487
BB	271.371	1	271.371	1.77	0.2411
Error total	767.75	5	153.55		
Total (corr.)	2458.18	10			

R-cuadrada = 68.7676 por ciento, R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 37.5351 por ciento, Error estándar del est. = 12.3915, Error absoluto medio = 7.28505

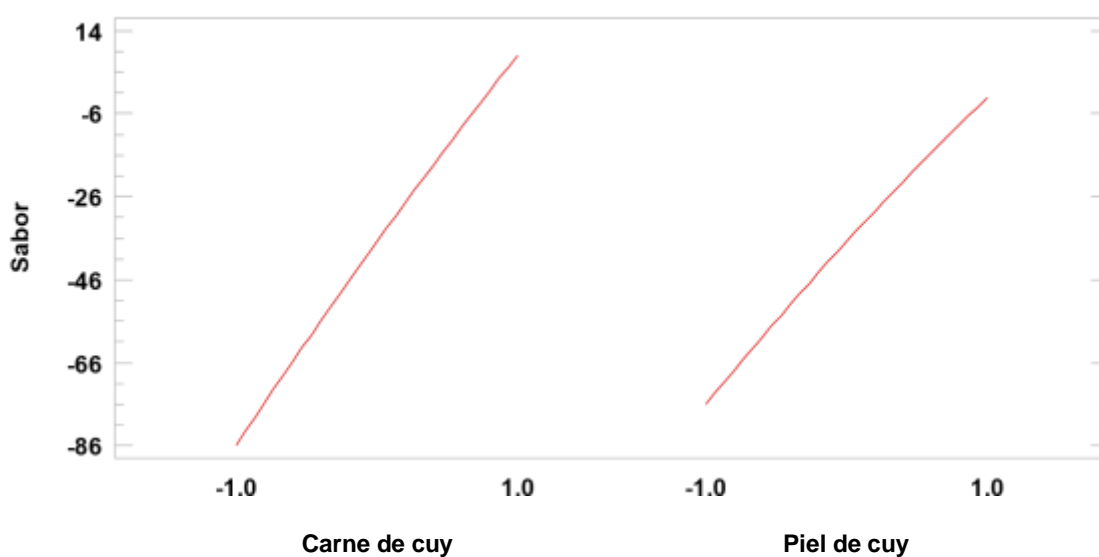
Asimismo, al graficar los efectos estandarizados mostrados en la Figura 17, observamos que no hay significancia. La Figura 18 muestra los efectos individuales y como resultado se observa, el cambio positivo con el contenido de carne de cuy le transfiere un sabor distintivo al chorizo artesanal por su sabor único, ligeramente dulce y terroso. Además, producido por la combinación de ingredientes, fermentación, maduración y cocción.

Figura 17 Pareto estandarizado para sabor



Nota. La gráfica muestra el comportamiento de las variables: Carne y piel de cuy sobre el sabor.

Figura 18
Efectos principales para sabor

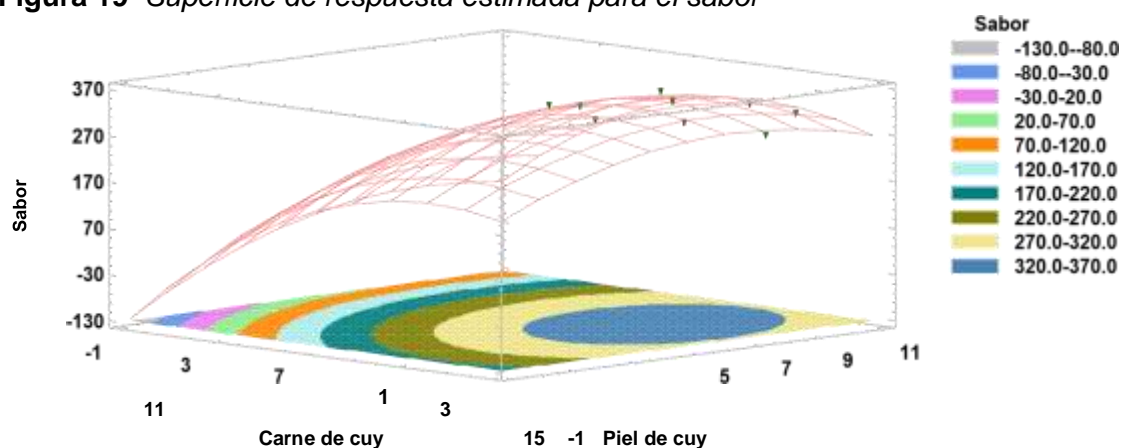


Nota. La gráfica muestra efectos individuales del contenido de carne y piel de cuy sobre el olor del chorizo artesanal.

En la Figura 19 se muestra el cálculo de la superficie de respuesta estimada del sabor para el chorizo artesanal, pudiendo maximizarse hasta 347.694 puntos con valores de 10.873 de carne de cuy y 7.01124 de piel de cuy, la ecuación del modelo es:

$$\text{Sabor} = -36.8541 + 46.9048 * \text{Carne de cuy} + 36.9506 * \text{Piel de cuy} - 1.97157 * \text{Carne de cuy}^2 - 0.574713 * \text{Carne de cuy} * \text{Piel de cuy} - 2.18934 * \text{Piel de cuy}^2$$

Figura 19 Superficie de respuesta estimada para el sabor



Nota. La gráfica muestra la superficie de respuesta estimada para el sabor del chorizo artesanal del contenido del contido de carne y piel de cuy.

La superficie de respuesta estimada del sabor para el chorizo artesanal puede maximizarse hasta 347.694 puntos con valores específicos de carne (10.873 %) y piel de cuy (7.01124 %), siendo resultados similares a los encontrados por Romo, (2019), en la evaluación de un embutido tipo chorizo español elaborado con carne de cuy (*Cavia porcellus*) y carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), donde encontraron que la combinación con 10 % de carne de cuy y 80 % de carne de cerdo obtuvo las mejores calificaciones el sabor.

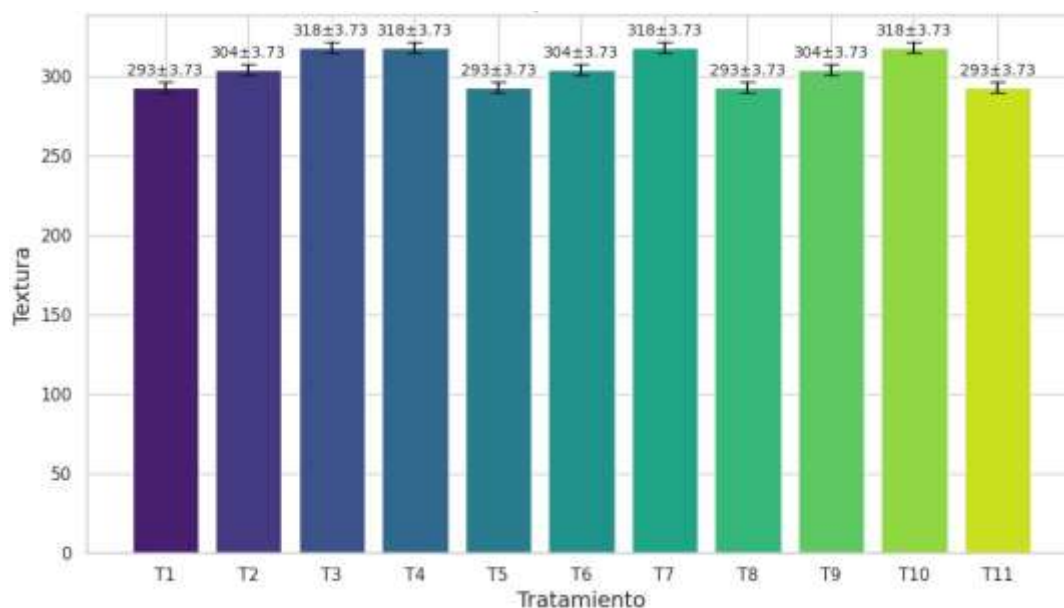
4.1.4 Evaluación de la textura

La mayoría de los atributos sensoriales no se pueden relacionar con una sola propiedad, y principalmente la estructura interna, ya que tiene que ver con la textura de un alimento la que en cierta manera influirá en la percepción del sabor y aroma(Cordero-Bues, 2013)

Los resultados muestran que los puntajes más altos fueron el tratamiento 10 y el tratamiento 7, donde la carne de cuy está en 11 %, la piel entre 5.0 a 7.5 y la de cerdo

51.50 a 54 % (Figura 20).

Figura 20 Evaluación sensorial de la textura de chorizo artesanal



Nota. Se observa la distribución de los puntajes de textura de los diferentes tratamientos.

En el análisis ANOVA para la textura del chorizo se consigna la Tabla 13 donde se puede observar que no existe variabilidad entre variables.

Tabla 13 *Análisis de Varianza para Textura*

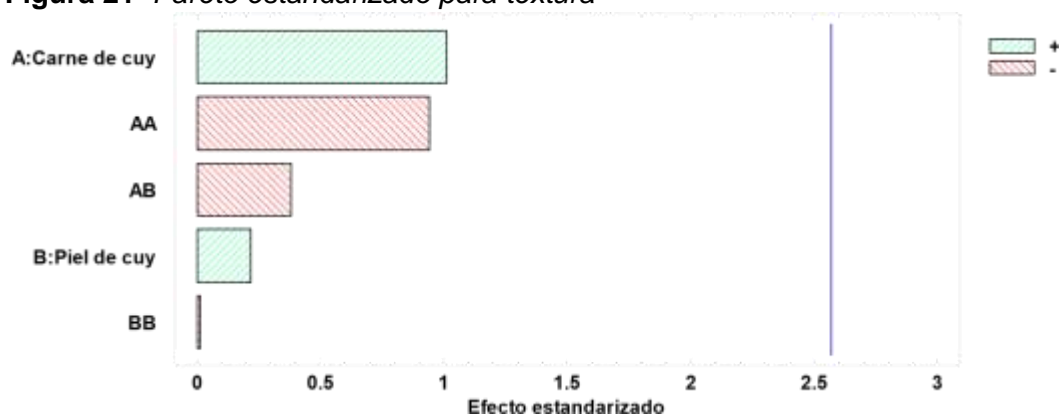
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Carne de cuy	86.0975	1	86.0975	1.02	0.3584
B: Piel de cuy	4.00857	1	4.00857	0.05	0.8359
AA	74.9087	1	74.9087	0.89	0.3890
AB	12.25	1	12.25	0.15	0.7186
BB	0.0206452	1	0.0206452	0.00	0.9881
Error total	421.207	5	84.2414		
Total (corr.)	523.636	10			

R-cuadrada = 19.5612 porciento, R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.0 porciento, Error estándar del est. =

9.17831, Error absoluto medio = 5.32858

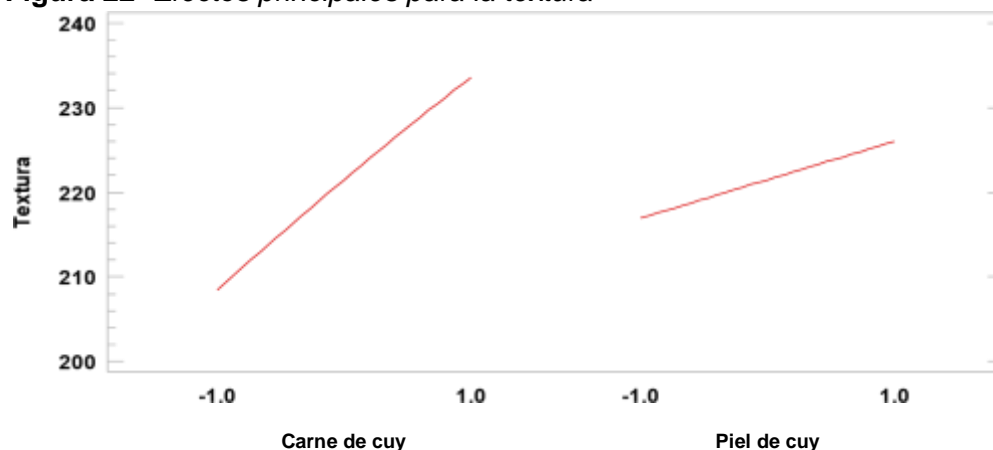
Asimismo, al graficar los efectos estandarizados mostrados en la Figura 21, observamos que no hay significancia. La Figura 22 muestra los efectos individuales y como resultado se observa, que la carne de cuy tiene mayor influencia que la piel en la textura esto debido a que la carne de cuy es baja en el contenido de grasa y alta en el contenido de proteínas (González-Tenorio et al., 2013a).

Figura 21 *Pareto estandarizado para textura*



Nota. La gráfica muestra el comportamiento de las variables: Carne y piel de cuy sobre la textura.

Figura 22 Efectos principales para la textura

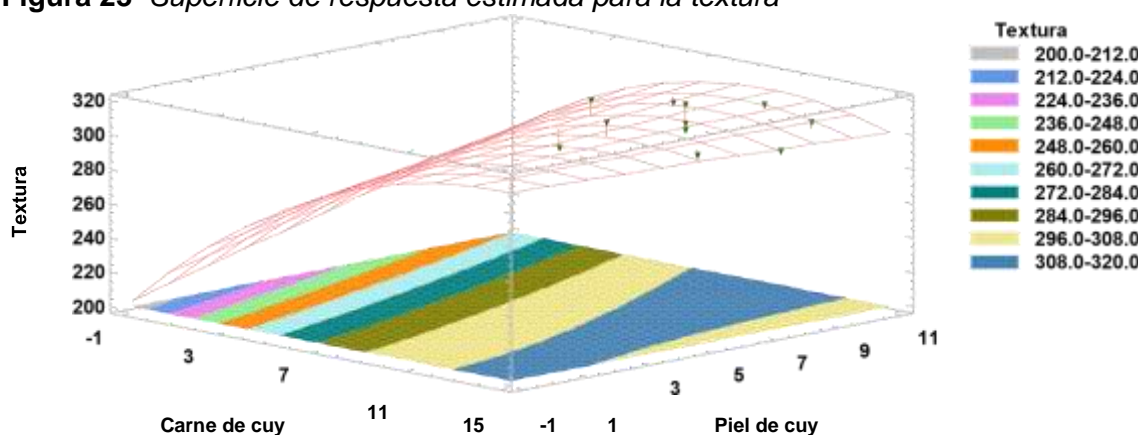


Nota. La gráfica muestra efectos individuales del contenido de carne y piel de cuy sobre la textura del chorizo artesanal.

En la Figura 23 se muestra el cálculo de la superficie de respuesta estimada del sabor para la textura del chorizo artesanal, pudiendo maximizarse hasta 312.056 puntos con valores de 10.2595 de carne de cuy y 10.0 de piel de cuy, la ecuación del modelo es:

$$\text{Textura} = 221.476 + 12.5473 \cdot \text{Carne de cuy} + 4.53192 \cdot \text{Piel de cuy} - 0.448081 \cdot \text{Carne de cuy}^2 - 0.335249 \cdot \text{Carne de cuy} \cdot \text{Piel de cuy} - 0.0190959 \cdot \text{Piel de cuy}^2$$

Figura 23 Superficie de respuesta estimada para la textura



Nota. La gráfica muestra la superficie de respuesta estimada para el sabor del chorizo artesanal del contenido del contindo de carne y piel de cuy.

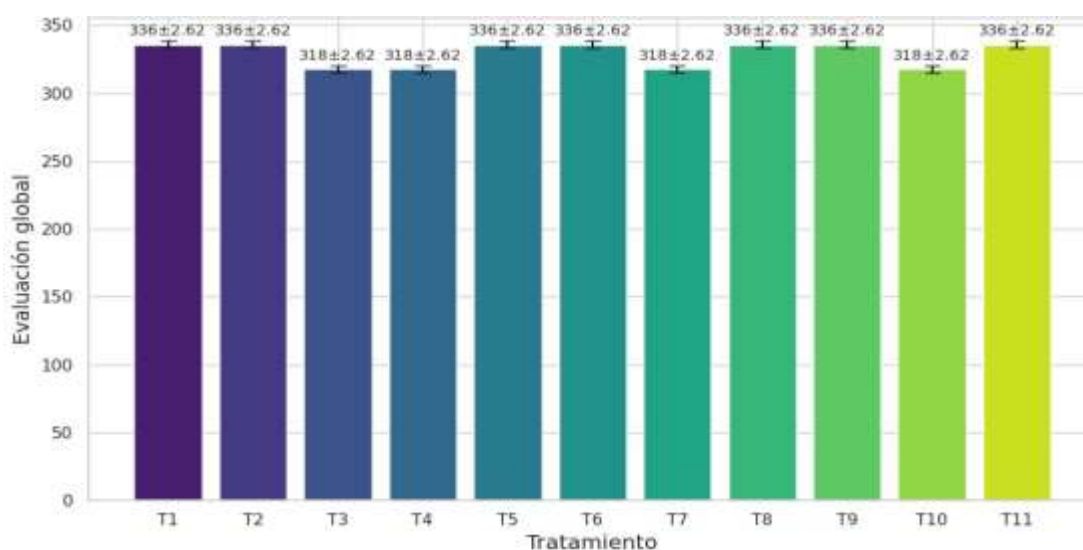
La superficie de respuesta estimada de la textura para el chorizo artesanal puede maximizarse hasta 312.056 puntos con valores específicos de carne (10.2595 %) y piel de cuy (10.0 %), siendo resultados similares a los encontrados por Romo, (2019), en la evaluación de un embutido tipo chorizo español elaborado con carne de cuy (*Cavia porcellus*) y carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), donde encontraron que la combinación con 10 % de carne de cuy y 80 % de carne de cerdo obtuvo una mejor textura con calificación de jugosa y bien cohesionada.

4.1.5 Evaluación sensorial global

El reemplazo de carne de res por la de cuy en la elaboración del chorizo, mejora la aceptación del producto hasta un 21,67 % (Apráez et al., 2011).

Para analizar la aprobación más baja en los diversos tratamientos podemos ver que se trata de aquellos que tienen un mayor porcentaje de carne de cuy entre 7 y 15 %, piel de caraca de cuy entre 7.0 y 7.5 %; al respecto Cruz-Bacab et al., (2018) señalan que los chorizos elaborados con carne de cuy muestran una alta aceptabilidad en pruebas sensoriales, especialmente cuando se combinan con grasa de cerdo para mejorar la jugosidad. En este sentido, podemos indicar que al utilizar grasa de cerdo en elaboración del chorizo artesanal se obtuvo los puntajes más altos en los tratamientos 11 y 9, donde la carne de cuy esta 11 %, la piel de 7.5 y el porcentaje de grasa del 20 % (Figura 24).

Figura 24 Evaluación sensorial general de chorizo artesanal



Nota. Se observa la distribución de los puntajes de evaluación sensorial general de los diferentes tratamientos.

En el análisis ANOVA para la evaluación sensorial general del chorizo artesanal se consigna la Tabla 14 donde se puede observar que existe variabilidad en porcentaje de carne de cuy, donde el P valor es menor del 5 % lo que indica que es significativo que influye en la evaluación sensorial general.

Tabla 14 Análisis de Varianza para Evaluación sensorial general

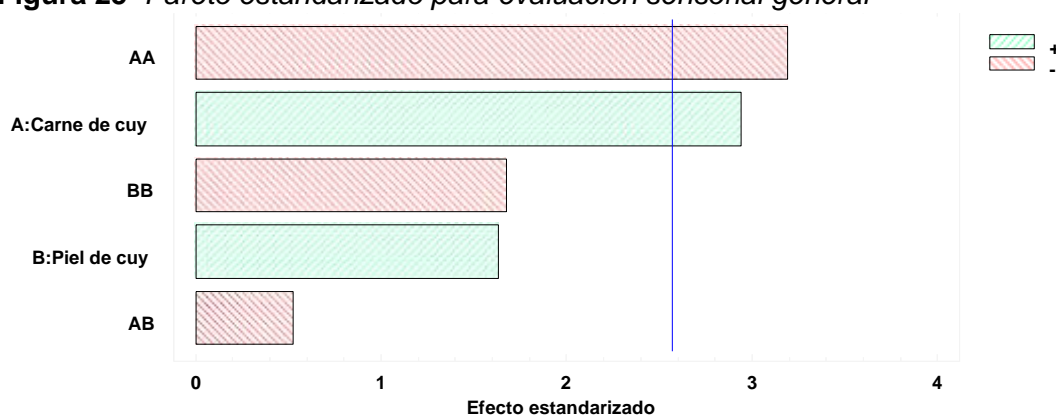
Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Carne de cuy	1139.7	1	1139.7	8.66	0.0322
B: Piel de cuy	350.685	1	350.685	2.66	0.1635
AA	1340.07	1	1340.07	10.18	0.0242
AB	36.0	1	36.0	0.27	0.6233
BB	368.678	1	368.678	2.80	0.1550
Error total	658.039	5	131.608		
Total (corr.)	2258.18	10			

R-cuadrada = 70.8598 por ciento, R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 41.7195 por ciento, Error estándar del est. = 11.472, Error absoluto medio = 6.97911

Asimismo, al graficar los efectos estandarizados mostrados en la Figura 25, observamos que el contenido de carne de cuy es único factor con mayor significancia. La Figura 26 muestra los efectos individuales y como resultado se observa, que la cantidad de carne influye positivamente en la evaluación sensorial general, esto se debe a reacciones bioquímicas como la proteólisis que descompone las proteínas ocasionada por la reacciones proteolíticas que

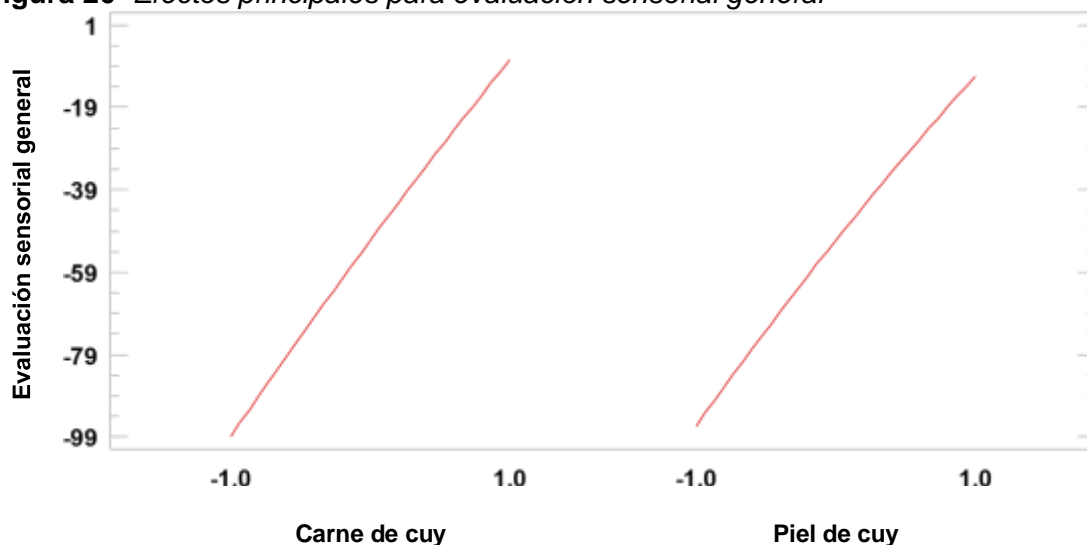
dan sabor y textura; la lipólisis que descompone las grasas en ácidos grasos y glicerol ocasionada por las lipasas que desarrolla el sabor; la fermentación donde las bacterias lácticas convierten los azúcares presentes en la carne en ácido láctico. Esto reduce el pH del chorizo, lo que ayuda a su conservación y desarrollo de sabor; la reacción de Maillard responsable del color dorado y del desarrollo de sabores complejos y aromas característicos del chorizo (González-Tenorio et al., 2013b).

Figura 25 Pareto estandarizado para evaluación sensorial general



Nota. La gráfica muestra el comportamiento de las variables: Carne y piel de cuy sobre el color.

Figura 26 Efectos principales para evaluación sensorial general

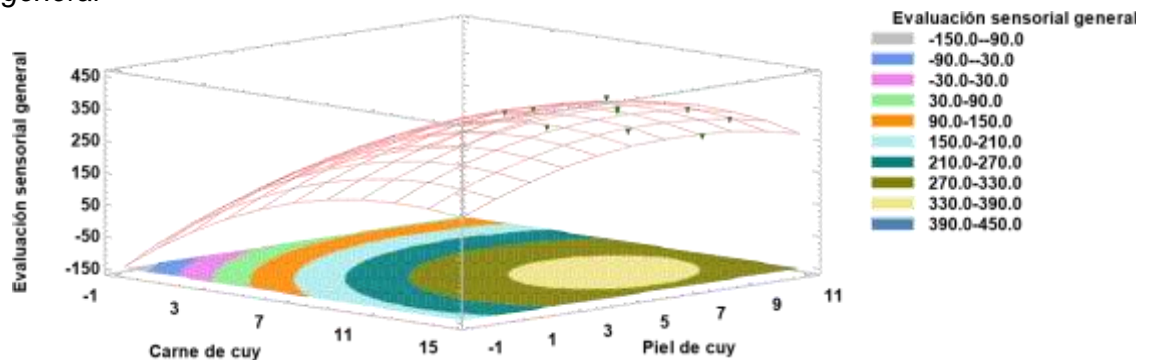


Nota. La gráfica muestra efectos individuales del contenido de carne y piel de cuy sobre la evaluación general sensorial del chorizo artesanal.

En la Figura 27 se muestra el cálculo de la superficie de respuesta estimada de la evaluación sensorial general para el chorizo artesanal, pudiendo maximizarse hasta 348.969 puntos con valores de 10.9707 % de carne de cuy y 7.07041 % de piel de cuy, la ecuación del modelo es:

$$\text{Evaluación sensorial general} = -51.3128 + 45.6511 \cdot \text{Carne de cuy} + 42.3883 \cdot \text{Piel de cuy} - 1.89519 \cdot \text{Carne de cuy}^2 - 0.574713 \cdot \text{Carne de cuy} \cdot \text{Piel de cuy} - 2.55185 \cdot \text{Piel de cuy}^2$$

Figura 27 Superficie de respuesta estimada para la evaluación sensorial general



Nota. La gráfica muestra la superficie de respuesta estimada para la evaluación sensorial general.

La superficie de respuesta estimada de la evaluación sensorial general para el chorizo artesanal puede maximizarse hasta 348.969 puntos con valores específicos de carne (10.9707 %) y piel de cuy (7.07041 %) siendo resultados superiores a los encontrados por Romo, (2019), en la evaluación de un embutido tipo chorizo español elaborado con carne de cuy (*Cavia porcellus*) y carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), donde encontraron que la combinación con 10 % de carne de cuy y 80 % de carne de cerdo obtuvieron las mejores atributos sensoriales en olor, color y sabor.

Bardale et al., (2010) investigó el uso de la carne de cuy (*Cavia cutleri*) en la elaboración de varios tipos de embutidos, incluyendo chorizos, donde encontró que de diferentes formulaciones con 40 %, 50 % y 60 % de carne de

cuy, las mejores calificaciones para sabor y textura fueron de 50 % y 60 % de carne de cuy, siendo la adición superior a la planteada en el estudio.

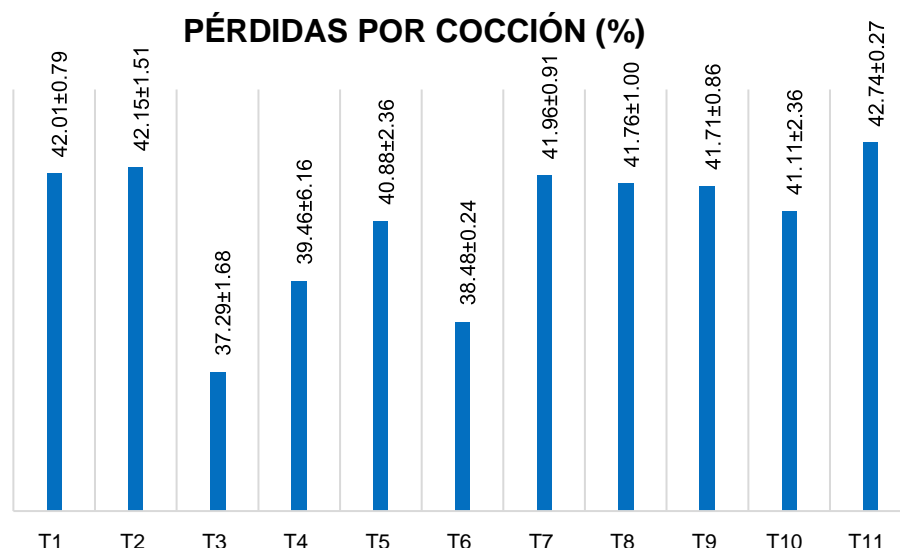
Su complejidad sensorial es clave para su calidad y aceptación por parte del consumidor. La adecuada selección de ingredientes y el control de las condiciones de procesamiento pueden optimizar la calidad sensorial de los chorizos artesanales, mejorando su aceptación sensorial general en el mercado (Ruiz-Capillas & Herrero, 2021).

4.2 Evaluación de pérdidas por cocción

Según Pérez & Andújar (2000) las proteínas de la carne tienen un papel importante en la capacidad de retención de agua la cual la liga en el tejido muscular, el contenido de agua es inversamente proporcional al de grasa: si aumenta el contenido de grasa, el de agua decrece, aproximándose al contenido de agua del tejido adiposo, el cual en una carne roja está cerca del 10 %, en este sentido, cuando se añade agua a muestras de carne a las que se les ha ajustado el pH entre 4,5 y 7, se aprecia un mínimo de CRA a pH entre 5,0 y 5,1, valor que corresponde aproximadamente al punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares e indica el pH al que la carga neta de las moléculas proteicas es mínima. Las proteínas tienen un máximo de grupos cargados en su superficie y por tanto su hidrofilia es máxima también. Si el pH se encuentra por encima del punto isoeléctrico, desaparecen algunas cargas positivas que determinan la repulsión de los filamentos dejando más espacio a las moléculas de agua. De la misma forma el exceso de cargas positivas a bajos valores de pH, provoca la repulsión y aumenta el espacio entre las moléculas de agua y por tanto aumentan de volumen los miofilamentos y en el proceso de cocción de chorizos ocasionarían pérdidas.

Los resultados muestran que los porcentajes de pérdidas de cocción, siendo mayores los tratamientos T1, T2, y T11 donde la carne de cuy representa el 8.1, 13.2 y 11 % respectivamente y la piel de cuy 5.7 y 7.5 % (Figura 29).

Figura 28 Evaluación de la pérdida por cocción del chorizo artesanal



Nota. Se observa la distribución de la pérdida de cocción de los diferentes tratamientos.

En el análisis ANOVA para la pérdida de cocción del chorizo artesanal se consigna la Tabla 15 donde se puede observar que no existe variabilidad en la pérdida de cocción respecto a las variables carne, piel de cuy y las interacciones entre ellas.

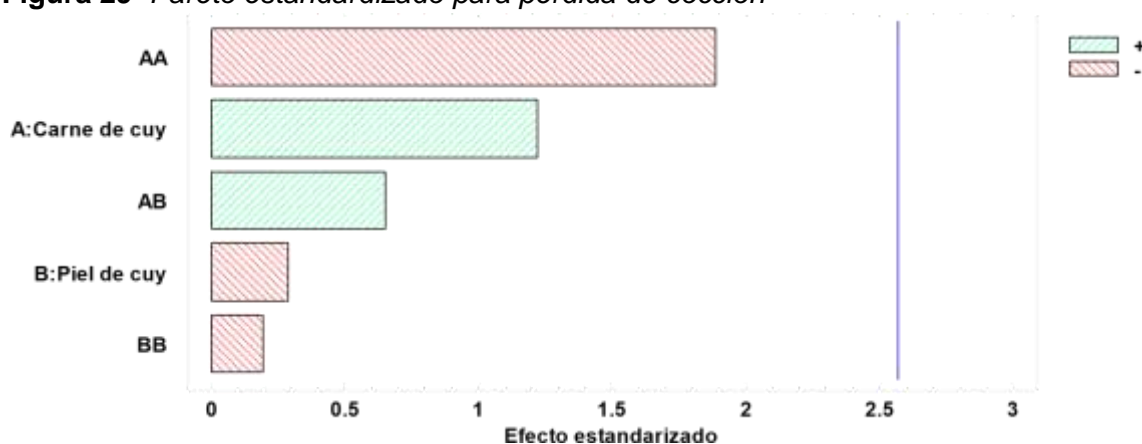
Tabla 15 Análisis de Varianza para Pérdida por cocción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Carne de cuy	3.61232	1	3.61232	1.49	0.2767
B:Piel de cuy	0.201938	1	0.201938	0.08	0.7845
AA	8.61721	1	8.61721	3.55	0.1181
AB	1.03023	1	1.03023	0.42	0.5433
BB	0.0893173	1	0.0893173	0.04	0.8554
Error total	12.1241	5	2.42482		
Total (corr.)	29.695	10			

R-cuadrada = 59.1712 por ciento, R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 18.3424 por ciento, Error estándar del est. = 1.55718, Error absoluto medio = 0.906915

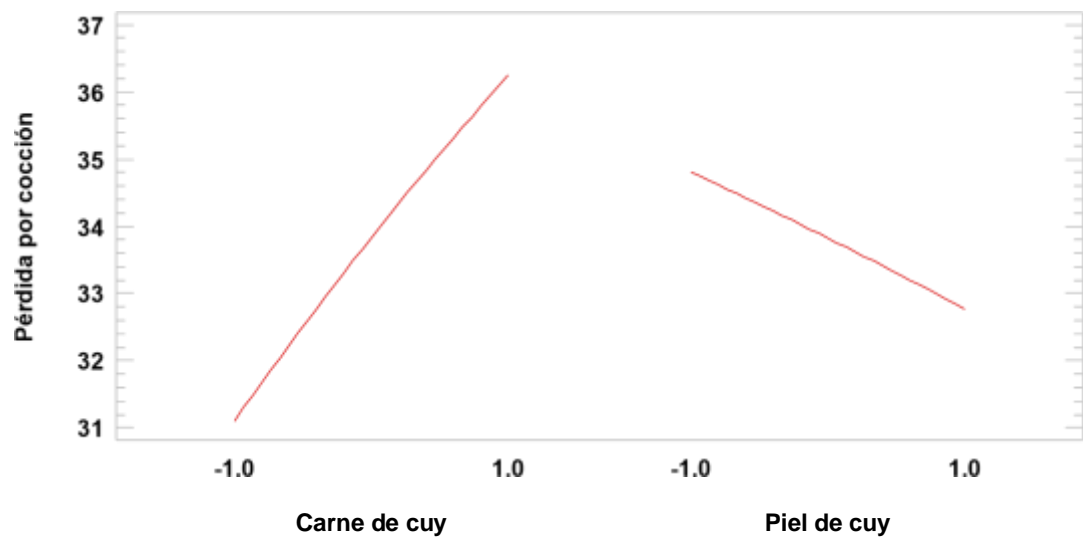
Asimismo, al graficar los efectos estandarizados mostrados en la Figura 29, muestra que para el contenido de carne y piel de cuy no tienen significancia, pero si tiene un efecto positivo el contenido de carne. La Figura 30 muestra los efectos individuales y como resultado se observa, que las variables no tienen un efecto estadísticamente significativo, esto es debido que en la formulación de los tiramientos se usó un mismo porcentaje de grasa (20 %); la grasa de cerdo ayuda a retener los jugos durante la cocción, reduciendo las pérdidas por cocción y mejorando la jugosidad del chorizo. La adición de grasa de cerdo puede reducir las pérdidas por cocción entre un 10 -y 15 %, debido a su mayor estabilidad térmica, lo que contribuye a menores pérdidas por cocción comparado con carnes magras (Balseca, 2024).

Figura 29 Pareto estandarizado para perdida de cocción



Nota. La gráfica muestra el comportamiento de las variables: Carne y piel de cuy sobre la pérdida de cocción.

Figura 30 Efectos principales para evaluación de pérdida de cocción

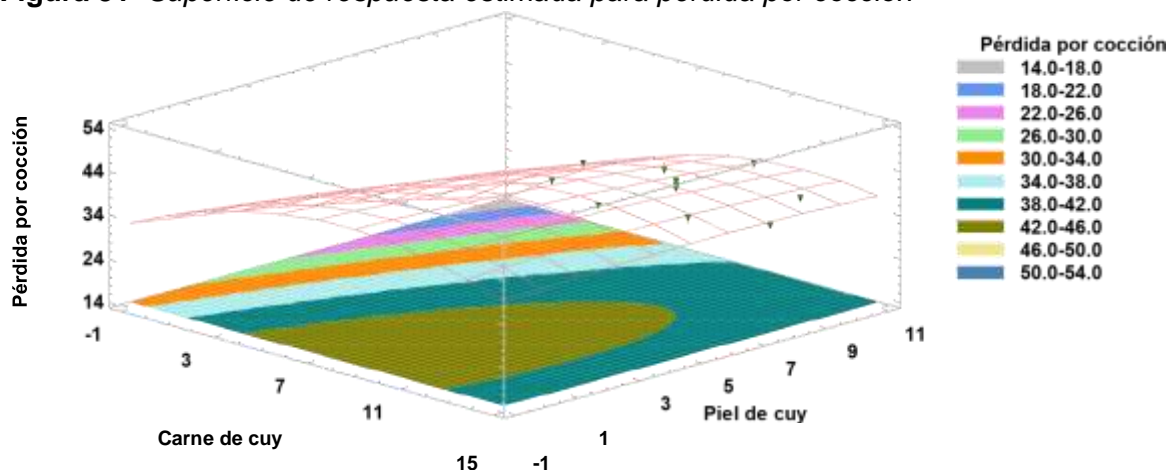


Nota. La gráfica muestra efectos individuales del contenido de carne y piel de cuy sobre la pérdida de cocción del chorizo artesanal.

En la Figura 31 se muestra el cálculo de la superficie de respuesta estimada de la pérdida de cocción para el chorizo artesanal, pudiendo minimizarse hasta 37.0329 % con valores de 7.00001 % de carne de cuy y 10.00 % de piel de cuy, la ecuación del modelo es:

$$\begin{aligned} \text{Pérdida por cocción} = & 33.8271 + 2.5701 \cdot \text{Carne de cuy} - 1.01718 \cdot \text{Piel de} \\ & \text{cuy} - 0.151975 \cdot \text{Carne de cuy}^2 + 0.0972222 \cdot \text{Carne de cuy} \cdot \text{Piel de} \\ & \text{cuy} - 0.0397191 \cdot \text{Piel de cuy}^2 \end{aligned}$$

Figura 31 Superficie de respuesta estimada para pérdida por cocción



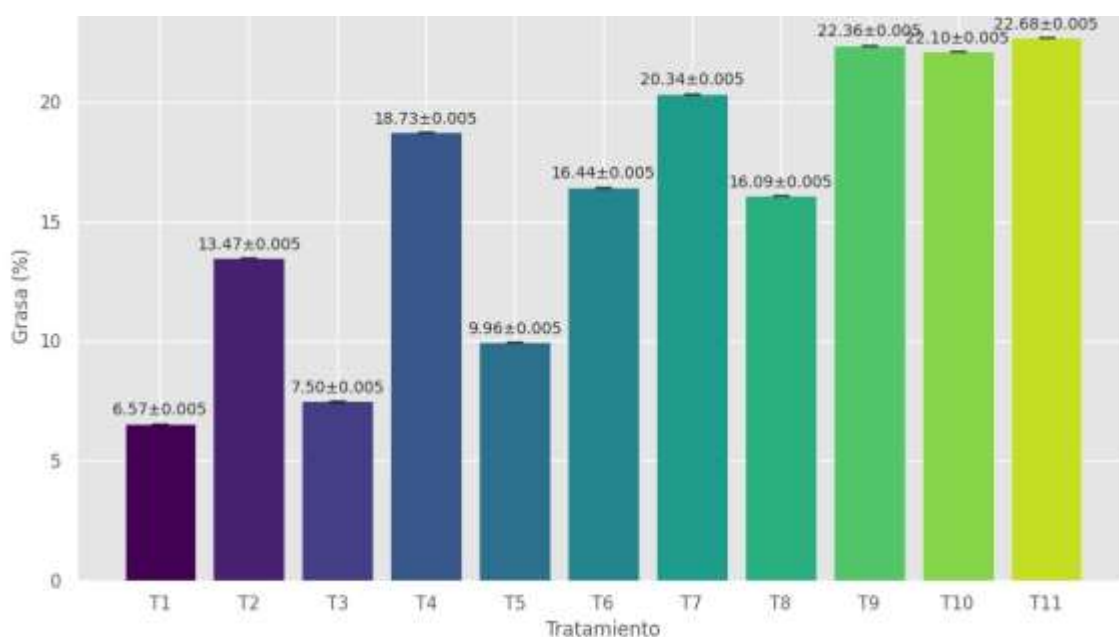
Nota. La gráfica muestra la superficie de respuesta estimada para la evaluación sensorial general.

La superficie de respuesta estimada de la pérdida de cocción para el chorizo artesanal puede minimizarse hasta 37.0329 % con valores específicos de carne (7.00001 %) y piel de cuy (10.00 %) siendo los resultados superiores a los encontrados Balseca, (2024), con pérdidas de cocción entre 10 y 20 %; Natividad et al. (2010) con pérdidas de cocción hasta un 20 % por el alto contenido de agua que contiene el cuy, lo que puede resultar en mayores pérdidas por cocción debido a la evaporación durante el proceso.

4.3 Evaluación del contenido de grasa

Los resultados muestran los porcentajes del contenido de grasa, siendo mayores los tratamientos T7, T9, T10 y T11 donde la carne de cuy varía 7.0 y 11 %; la piel de cuy entre 5.0 y 7.5 % (Figura 32).

Figura 32 Evaluación del contenido de grasa de chorizo artesanal



Nota: se observa la distribución del porcentaje del contenido de grasa de los diferentes tratamientos

En el análisis ANOVA muestra el contenido de grasa del chorizo artesanal se consigna la Tabla 16, donde se puede observar que existe variabilidad en el contenido de grasa respecto a la variable carne de cuy.

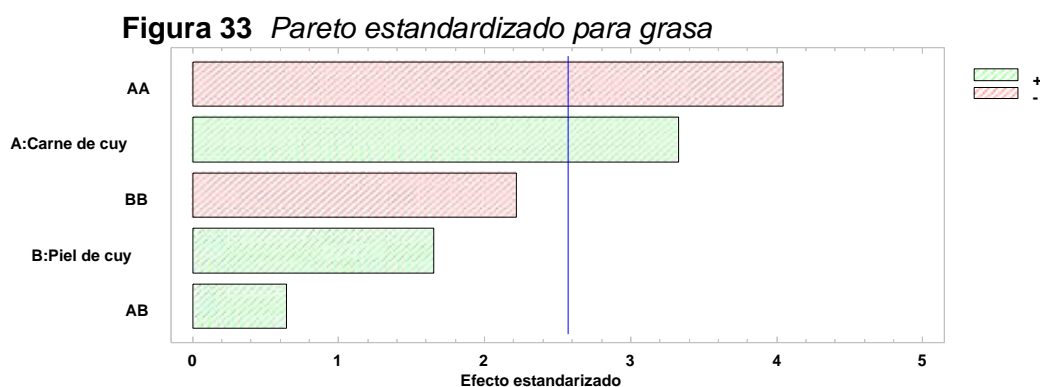
Tabla 16 Análisis de Varianza para Grasa

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Carne de cuy	123.95	1	123.95	11.05	0.0209
B: Piel de cuy	30.7156	1	30.7156	2.74	0.1589
AA	183.159	1	183.159	16.33	0.0099
AB	4.68723	1	4.68723	0.42	0.5465
BB	55.1586	1	55.1586	4.92	0.0774
Error total	56.0775	5	11.2155		
Total (corr.)	352.824	10			

R-cuadrada = 84.1061 por ciento, R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 68.2122 por ciento, Error estándar del est. = 3.34895, Error absoluto medio = 1.61042

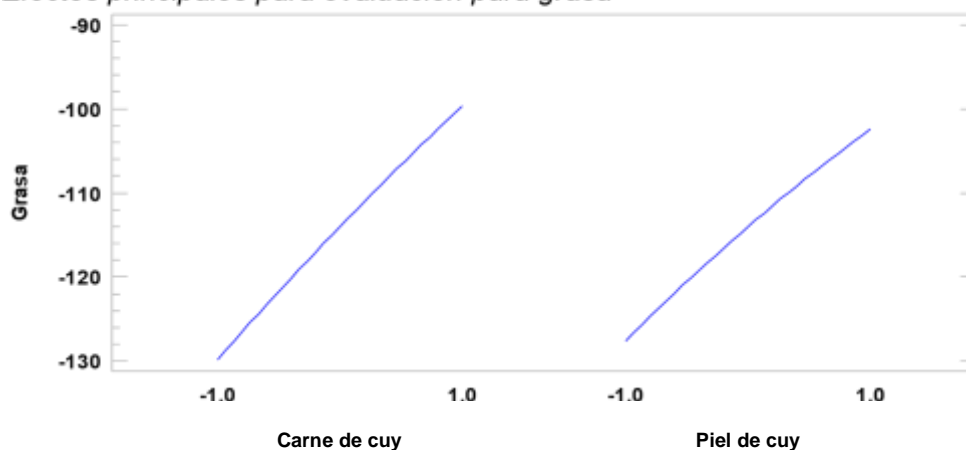
Asimismo, al graficar los efectos estandarizados mostrados en la Figura 33, observamos que el contenido de carne de cuy es único factor con mayor significancia. La Figura 34 muestra los efectos individuales y como resultado se

observa, que la cantidad de carne influye positivamente en el contenido de grasa, además en la formulación del chorizo artesanal se ha incorporado la piel de cuy, que contiene colágeno que puede mejorar la retención de grasa. El colágeno se descompone en gelatina, lo que ayuda a retener la humedad y la grasa, resultando en un chorizo más jugoso(González-Tenorio et al., 2013a)



Nota. La gráfica muestra el comportamiento de las variables: Carne y piel de cuy sobre el contenido de grasa.

Figura 34
Efectos principales para evaluación para grasa

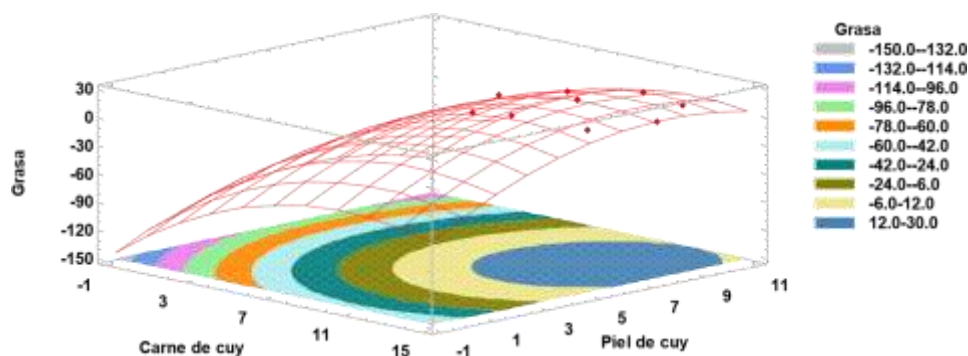


Nota. La gráfica muestra efectos individuales del contenido de carne y piel de cuy sobre la grasa del chorizo artesanal.

En la Figura 35 se muestra el cálculo de la superficie de respuesta estimada de la pérdida de cocción para el chorizo artesanal, pudiendo maximizarse hasta 23.0077 % con valores de 11.8684 % de carne de cuy y 7.60193% de piel de cuy, la ecuación del modelo es:

$$\begin{aligned} \text{Grasa} = & -114.012 + 15.055 \cdot \text{Carne de cuy} + 12.5449 \cdot \text{Piel de cuy} - \\ & 0.700655 \cdot \text{Carne de cuy}^2 + 0.207375 \cdot \text{Carne de cuy} \cdot \text{Piel de cuy} - 0.987047 \cdot \text{Piel} \\ & \text{de cuy}^2 \end{aligned}$$

Figura 35 Superficie de respuesta estimada para grasa



Nota. La gráfica muestra la superficie de respuesta estimada para la evaluación sensorial general.

La superficie de respuesta estimada de la grasa para el chorizo artesanal puede maximizarse hasta 23.0077 % con valores específicos de carne (11.8684 %) y piel de cuy (7.60193 %), siendo el resultado superior al encontrado por Balseca (2024) donde mostró que la inclusión de piel de cuy en un 20 - 30 % de la formulación total puede aumentar la retención de grasa entre un 12 y 18 %.

4.4 Optimización múltiple

Al realizar la optimización de múltiples variables, se tiene un valor óptimo de Deseabilidad de 0.69104 para el chorizo artesanal, con porcentaje en factores del 11.201 % de carne de cuy y 8.51346 % para la Piel de cuy (Tabla 17), y la combinación de factores alcanzando la respuesta óptima para Evaluación sensorial general (343.362 puntos) Pérdida por cocción (41.2801 %) , Grasa (21.7484 %) , Color (315.195 puntos), Olor (296.961 %), Sabor (342.262 puntos) y Textura (311.031 puntos) (Tabla 18 y Figura 36).

Tabla 17 Factores óptimos de porcentaje de carne y piel de cuy en chorizo artesanal

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Carne de cuy	7.0	15.0	11.201
Piel de cuy	5.0	10.0	8.51346

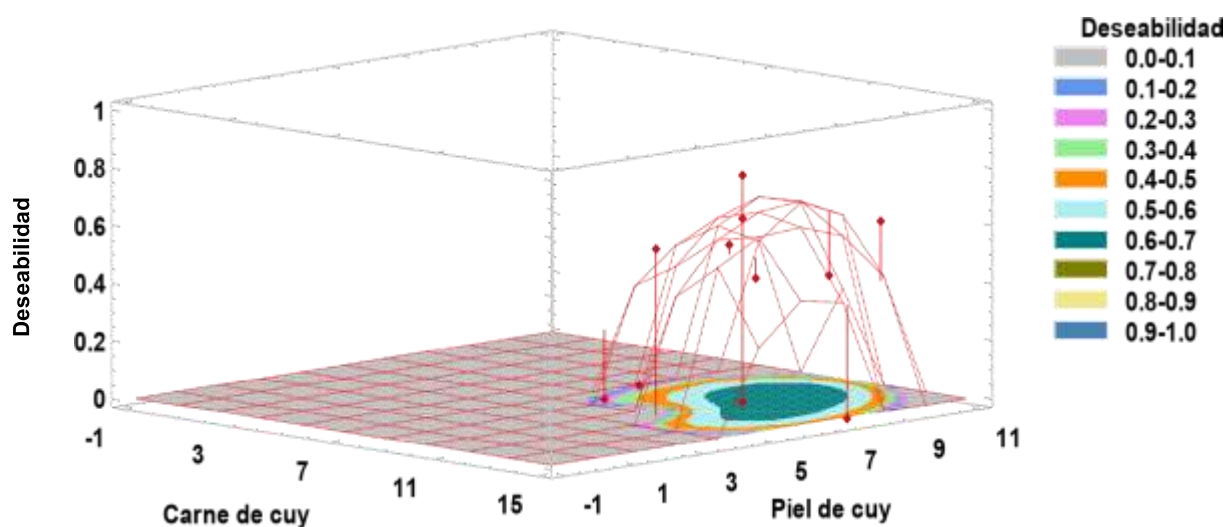
Nota. Esta tabla muestra la combinación de niveles de factores que maximiza la función de 'deseabilidad' en la región indicada.

Tabla 18 Optimización de las variables de respuesta

<i>Respuesta</i>	<i>Óptimo</i>
Evaluación sensorial general	343.362
Pérdida por cocción	41.2801
Grasa	21.7484
Color	315.195
Olor	296.961
Sabor	342.262
Textura	311.031
Evaluación sensorial general	343.362
Pérdida por cocción	41.2801

Nota. Esta tabla muestra la combinación de factores a la cual se alcanza el óptimo.

Figura 36 Superficie de respuesta estimada para deseabilidad



Al realizar la optimización múltiple se observa que la evaluación sensorial se relacionada con el contenido de grasa, humedad, desempeñando un papel importante el textura y jugosidad, teniendo además incidencia en el color, olor y sabor por el contenido de carne y piel de cuy.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne (11.2 %) y piel (8.5 %) de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal, alcanzó la respuesta óptima de 343.362 puntos para evaluación sensorial general, 41.2801 % para la pérdida por cocción y 21.7484 % para la grasa.
- La sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal evaluado sensorialmente para el color es de 11.6 % de carne y 7.4 % de piel con un puntaje maximizado de 315.7; olor 11.5 % de carne y 10.0 % de piel con un puntaje maximizado de 303.0; sabor es de 10.9 % de carne y 7.0 % de piel con un puntaje maximizado de 347.7 y textura de 10.2 % de carne y 10.0 de piel con un puntaje maximizado de 312.0.
- La sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal evaluando la pérdida de cocción es de 7.0 % de carne y 10.0 % de piel pudiendo minimizarse hasta 37.0329 %.
- La sustitución parcial de la carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por carne y piel de cuy (*Cavia porcellus*) en un chorizo artesanal el contenido de grasa es de 11.9 % de carne de cuy y 7.6 % de piel pudiendo maximizarse hasta 23.0077 %.

5.2 Recomendaciones

- Realizar en los mismos valores de las variables independientes análisis de textura instrumental, capacidad de retención de agua y vida útil.
- Realizar remplazos de grasa por piel de cuy, considerando el nivel de colágeno que tiene.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Aceijas Pajares, L. H. (2014). *Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (cavia porcellus) en la provincia de cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Andújar, Gustavo., Pérez, Dany., & Venegas, Octavio. (2023). *Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos*. D - Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (Vol. 5).
- Apráez, J., Fernández, L., & hernández, G. (2011). Vista de Evaluación de diferentes formas de presentación de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). *Vet.Zootec*.
<https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4453/4084>
- Arias, P. R., Chávez, J. C., Febres, G., & Deza, H. C. (2018). Predicción de peso de carcasa a la edad de beneficio en cuyes del genotipo Cieneguilla con base a una síntesis de medidas corporales. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(2), 507–513.
<https://doi.org/10.15381/RIVEP.V29I2.14476>
- Balseca, H. (2024). *Línea de embutidos artesanales a base de carne de cuy y conejo*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Bardale, N., David, Á., Porta, R., Máx, R., Matos Ramirez, ;, María, A., Garay, M., Uso, S., La, D. E., De, C., Obtención, L. A., Cuatro, D. E., & De Embutidos, T. (2010).

Uso de la carne de cuy (Cavia cutleri) en la obtención de cuatro tipos de embutidos. 4(1), 1–8.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586061881002>

Bello Gutiérrez, J. (2008). *JAMÓN CURADO Aspectos científicos y tecnológicos Perspectiva desde la Unión Europea.*
www.diazdesantos.es/ediciones

Charley, H. (2007). *Tecnología de alimentos.* Limusa S.A.

Cordero-Bues, G. (2013). *Aplicación del Análisis Sensorial de los Alimentos en la Cocina y en la Industria Alimentaria.*

Cruz-Bacab, L., Baeza-Mendoza, L., Pérez-Robles, L., Martínez-Molina, I., Cruz-Bacab, L., Baeza-Mendoza, L., Pérez-Robles, L., & Martínez-Molina, I. (2018). Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo. *Abanico Veterinario*, 8(1), 102–111.
<https://doi.org/10.21929/ABAVET2018.81.10>

Dalmás, P. S., da Silva, F. A. P., Moreira, R. T., Bezerra, T. K. A., Guerra, I. C. D., Coutinho, E. P., Morgano, M. A., Milani, R. F., & Madruga, M. S. (2012). Desenvolvimento de embutido rico em ferro elaborado a partir de subprodutos comestíveis do abate de caprinos. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 30(2), 233–242.
<https://doi.org/10.5380/cep.v30i2.30500>

Durán Aguirre, M. V. (2020). Nivel de aceptabilidad en jamón de cuy ahumado con orégano (*Origanum vulgare* L.) y/o romero (*Rosmarinus officinalis* L.).
Universidad Nacional de Cajamarca.
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3990>

- Endrizzi, I., Aprea, E., Biasioli, F., Corollaro, M. L., Demattè, M. L., Penasa, M., Bittante, G., & Gasperi, F. (2013). Implementing Sensory Analysis Principles in the Quality Control of PDO Products: A Critical Evaluation of a Real-World Case Study. *Journal of Sensory Studies*, 28(1), 14–24. <https://doi.org/10.1111/JOSS.12018>
- Enriquez, K. (2019). *Evaluación de la calidad de la carne de cuy (Cavia porcellus) suplementada con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento* [Tesis]. Universidad Mayor de San Marcos.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos: Vol. I*. Editorial Universitaria.
- FLORES BAÑOS, J. L., & RONDÁN LLACMA, L. M. (2017). *Uso del aceite crudo de pescado para enriquecer la calidad de la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 EPA-DHA*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Fonseca, S., Cachaldora, A., Gómez, M., Franco, I., & Carballo, J. (2012). Monitoring the bacterial population dynamics during the ripening of Galician chorizo, a traditional dry fermented Spanish sausage. *Food Microbiology*, 33(1), 77–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.08.015>
- García, O., Acevedo Pons, I., Mora, J. A., Sánchez, A., & Rodríguez, H. (2009). Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de Cachama blanca (*Piaractus brachipomus*) con harina de soya texturizada. *Revista Científica UDO Agrícola*, ISSN-e 1317-9152, Vol. 9, Nº. 4, 2009, Págs. 951-962, 9(4), 951–962.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3394201&info=resumen&idioma=ENG>

Gómez, M. L., & Teodoro, J. V. (2013). *Evaluación de la sustitución parcial de carne de cuy (Cavia porcellus) en la elaboración de mortadela*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Gómez Ramírez, B. D., Sepúlveda Valencia, J. U., Alzate Arbelaez, A. F., Herrera, J. M., Rojano, B. A., Gómez Ramírez, B. D., Sepúlveda Valencia, J. U., Alzate Arbelaez, A. F., Herrera, J. M., & Rojano, B. A. (2020). Evaluación oxidativa, microbiológica, sensorial y perfil de ácidos grasos de un yogur con ácido docosahexaenoico (DHA) extraído de aceite de microalgas. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(4), 568–579. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000400568>

González-Tenorio, R., Totosa, A., Caro, I., & Mateo, J. (2013a). Caracterización de Propiedades Químicas y Fisicoquímicas de Chorizos Comercializados en la Zona Centro de México. *Información Tecnológica*, 24(2), 3–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200002>

GRUPO ESNECA FORMACIÓN. (2021). *¿Qué son los productos cárnicos y cómo se clasifican?* Escuela de Postgrado Industrial. <https://postgradoindustrial.com/queson-los-productos-carnicos-y-como-se-clasifican/>

Guerrero, C. S., & España, M. (2017). *Proyecto de investigación alimentos saludables para la base de la pirámide*. Universidad ICESI.

Guevara, J., Carcelén, B., & García, N. (2016). Chorizo de carne de cuyes suplementados con simbiótico natural en reemplazo de antibióticos

- promotores de crecimiento. *Ciencia y Tecnología*, 21, 6–12. <https://revistas.unac.edu.pe/index.php/CYT/article/view/39/33>
- Guevara, J., Tapia, N., Condorhuamán, C., Hernández, W., Vera, M., Granados, A., & Barbachán, H. (2015). Elaboración de choricuy (chorizo de cuy - *Cavia porcellus*) a partir de carne inocua sin antibiotico. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 18(1), 65–70. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11724>
- GUILLÉN, K., GRANDEZ, R., CHAUCA, L., CHAUCA, D., & VALENCIA, R. (2015). Estudio descriptivo de la anatomía radiográfica ósea del cuy (*Cavia porcellus*) no mejorado y el cuy mejorado raza Perú. *Salud y Tecnología Veterinaria*.
- Henostroza, J. A., Barreto Inti, J. C., & Castro Ramírez, R. (2011). *Evaluación química y sensorial del jamón serrano en el Callejón De Huaylas*. UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO.
- Hernández, J., Gerardo, F., & Rincón, R. (2009). Efecto de los grupos raciales bovinos en las características de la calidad de la carne. *Nacameh*, ISSN-e 2007-0373, Vol. 3, Nº. 1, 2009, Págs. 1-20, 3(1), 1–20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3654509>
- Horcada, A.; P. O. (2010). *La producción de carne en Andalucía*.
- INACAL. (2023a). *NTP 201.057 2023 Carne y productos cárnicos. Productos formados. Requisitos*.
- INACAL. (2023b). *NTP 201.057 2023 Carne y productos cárnicos. Productos formados. Requisitos*.

- Juan-García, A., & Gallego, C. (2015). *Toxicidad del Bisfenol A: Revisión*. 32, 144–160. King, D. A., Hunt, M. C., Barbut, S., Claus, J. R., Cornforth, D. P., Joseph, P., Kim, Y. H. B., Lindahl, G., Mancini, R. A., Nair, M. N., Merok, K. J., Milkowski, A., Mohan, A., Pohlman, F., Ramanathan, R., Raines, C. R., Seyfert, M., Sørheim, O., Suman, S. P., ... Weber, M. (2023). American Meat Science Association Guidelines for Meat Color Measurement. *Meat and Muscle Biology*, 6(4), 12473–12474. <https://doi.org/10.22175/MMB.12473>
- Leal-Gutiérrez, & Jiménez-Robayo. (2015). *La capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de bovino y posibles genes candidatos*. 1–16. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4545.0081>
- Lorenzo, J. M., & Franco, D. (2012). Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufactured of dry-cured foal sausage lipolysis, proteolysis and sensory properties. *Meat Science*, 92(4), 704–714. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2012.06.026>
- Mariezcuerrera Berasain, M. (2015). *Evaluación sensorial*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Melo, V., & Cuamatzi, O. (2007). Bioquímica de los procesos metabólicos. In *Quim. Nova* (Vol. 27, Issue 5). https://books.google.com/books/about/Bioqu%C3%ADmica_de_los_procesos_metab%C3%B3licos.html?id=KHec9weY8Y0C
- Montes Álvarez, J., Restrepo Flórez, C., Patiño Gómez, J., Andrés, J., & Salazar, C. (2013). Effect of the concentration of starter cultures and dextrose on the quality of the maturation and the sensory life of pepperoni. *Revista Lasallista de Investigación*, 10(1), 101–111.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492013000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es

- Nathania, M., & unardi, D. (2021). The importance of balanced nutrition to fortify the immune system during the COVID-19 outbreak. *Revista Chilena de Nutrición*, 48(4), 620–629. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000400620>
- Natividad, A., Rojas, R., Martos, A., & Muñoz, S. (2010). Uso de la carne de cuy (Caviacutleri) en la obtención de cuatro tipos de embutidos. *Redalyc*, 4(1), 1–8. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586061881002>
- Pallarico, N. (2018). Elaboración de embutidos de cuy (*Cavia porcellus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*). *Revista Estudiantil AGRO – VET*, 2, 288–299. <http://dle.rae.es/?id=ESxLhPM>
- Pereira, C. A., Rodríguez, L. J., Rodríguez, V. A., & Vera, H. J. (2017). *Productos cárnicos elaborados a base de cuy*. Universitaria Agustiniiana.
- Pérez, D., & Andújar, R. (2000). Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Rev. Cuba. Aliment. Nutr*, 123–123. http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.htm
- Prado, N., Sampayo, M., González, P., Lombó, F., & Díaz, J. (2019). Physicochemical, sensory and microbiological characterization of Asturian Chorizo, a traditional fermented sausage manufactured in Northern Spain. *Meat Science*, 156, 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.023>
- Quintero-Salazar, B., Santillán Álvarez, Á., Dublán García, O., Carlos Viesca González, F., & Castellón-Jardón, J. (2011). *Tipificación parcial de embutidos artesanales de la Ciudad de Toluca: Chorizo verde Partial*

typification of artisanal sausages in Toluca City: Green chorizo. 5(1), 10–26.

Romo, J. (2019). *Estudio bromatológico y sensorial de un embutido tipo chorizo español elaborado a base de carne de cuy (Cavia porcellus) y carne de cerdo (Sus scrofa domestica)* [universidad Politécnica Estatal del Carchi].

<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/900>

Rúa-Orsorio, E., Restrepo-Molina, D., Sanín-Hernández, J., Sepúlveda-Valencia, J., & López-Vargas, J. (2019). Análisis instrumental y sensorial de un chorizo tipo antioqueño formulado con un sustituto graso. *Informador Técnico*, 103–111. <https://doi.org/10.23850/22565035.1630>

Ruíz, J., Martín, D., & Ventanas, S. (2004). *La calidad de la carne en porcino*. https://www.researchgate.net/publication/220036861_La_calidad_de_la_carne_en_porcino

Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2021). Novel strategies for the development of healthier meat and meat products and determination of their quality characteristics. *Foods*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/foods10112578>

Sánchez, F. E. (2020). *Efecto de las proporciones de carne de cuy (Cavia porcellus) y conejo (Oryctolagus cuniculus) en la aceptabilidad general del chorizo parrillero*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8462>

Severiano-Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter Disciplina*, 7(19), 47–68. <https://doi.org/10.22201/CEIICH.24485705E.2019.19.70287>

- Spanier, A. M., Flores, M., Toldrá, F., Aristoy, M. C., Bett, K. L., Bystricky, P., & Bland, J. M. (2004). Meat Flavor: Contribution of Proteins and Peptides to the Flavor of Beef. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 542, 33–49. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9090-7_3
- Toro Rodríguez, G., Vizearra, T. A., & Ramos Iluallpartupa, D. J. (2019). Influencia del tiempo y temperatura de fritura en la textura y perfil lipídico en carne de cuy (*Cavia porcellus*) frita. *Ciencia & Desarrollo*, 0(20), 22–26. <https://doi.org/10.33326/26176033.2015.20.507>
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*.
- Yupa T., A. S. (2017). *Evaluación sensorial a fin de vida útil de la carne de cuy (Cavia Porcellus) condimentada envasada al vacío*. Universidad del Azuay.
- Zhou, J., Wang, M., Carrillo, C., Hassoun, A., Collado, M. C., & Barba, F. J. (2022). Application of omics in food color. *Current Opinion in Food Science*, 46, 100848. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2022.100848>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de ejecución de la investigación





