



Evaluación de diferentes niveles de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la calidad tecnológica y sensorial de chorizo mixto (cerdo – res)

Evaluation of the effect of different levels of cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) on the technological and sensory quality of mixed chorizo (pork – beef)

Evaluación del efecto de diferentes niveles de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la calidad tecnológica y sensorial del chorizo mixto (cerdo – res)

ARTÍCULO ORIGINAL

Angeles Consuelo Ayala Campos

angeles.ayala@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0002-5846-4935>

Universidad San Juan Bautista, Lima - Perú

Victor Silvestre Morales Echegaray

victors.morales@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0000-7445-1996>

Universidad San Juan Bautista, Lima - Perú

Cristell Noelia Pillaca Vera

cristell.pillaca@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0002-1466-3713>

Universidad San Juan Bautista, Lima - Perú

Cinthya Natali Llantoy Licapa

cinthya.licapa@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0005-4569-2543>

Universidad San Juan Bautista, Lima - Perú

Maria Fernanda Neyra Uchuya

mariaf.neyra@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0009-5694-4100>

Universidad San Juan Bautista, Lima - Perú

Melany Andrea Tueros Arotinco

melany.tueros@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0001-6437-1770>

Universidad San Juan Bautista, Lima - Perú

Recibido 15 de Junio 2026 | Arbitrado y aceptado 28 de Junio 2026 | Publicado el 11 de Julio 2026

RESUMEN

La investigación evaluó el efecto de la incorporación de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) sobre la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de un chorizo mixto (cerdo – res). Se formularon tres tratamientos con niveles de inclusión de 5% (T1), 7% (T2) y 10% (T3), frente a un control sin adición (T0). Los productos se sometieron a análisis fisicoquímicos y evaluación sensorial mediante una escala hedónica de 9 puntos. Los resultados evidenciaron que la adición de cañihua incremento significativamente ($p < 0.05$) el contenido de ceniza y CRA, optimizando la estabilidad de emulsión con un mejor desempeño tecnológico en T2. Sensorialmente, el T1 presentó la mayor aceptación general (8.67 ± 0.48), mientras que T2 mostró una aceptación intermedia similar al (T0). Por el contrario, T3 afectó negativamente la aceptabilidad debido a notas residuales amargas. Se concluye que la cañihua es un ingrediente funcional viable, siendo T1 la formulación óptima para equilibrar la aceptación sensorial y las mejoras tecnológicas.

Palabras clave: cañihua, chorizo mixto, ingrediente funcional, calidad sensorial.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of incorporating cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) on the technological, nutritional and sensory quality of a mixed (pork – beef) chorizo sausage. Three treatments were formulated with inclusion levels of 5% (T1), 7% (T2) and 10% (T3), alongside a control with no addition (T0). The products underwent physicochemical analysis and sensory evaluation using a 9 – point hedonic scale. The results showed that the addition of cañihua significantly increased ($p < 0.05$) ash content and water – holding capacity (WHC), optimizing emulsion stability and resulting in superior technological performance in T2. Regarding sensory attributes, T1 achieved the highest overall acceptance (8.67 ± 0.48), while T2 showed intermediate acceptance like T0. Conversely, T3 negatively affected acceptability due to bitter aftertastes. It is concluded that cañihua is a viable functional ingredient, with T1 being the optimal formulation for balancing sensory acceptance and technological improvements.

Keywords: cañihua, mixed chorizo, functional ingredient, sensory quality.

RESUMO

Esta pesquisa avaliou o efeito da incorporação de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) na qualidade tecnológica, nutricional e sensorial de uma linguiça mista (carne suína – bovina) tipo chouriço. Três tratamentos foram formulados com níveis de inclusão de 5% (T1), 7% (T2) e 10% (T3), comparados a um controle sem adição (T0). Os produtos foram submetidos a análises físico – químicas e avaliação sensorial utilizando uma escala hedônica de 9 pontos. Os resultados mostraram que a adição de cañihua aumentou significativamente ($p < 0.05$) o teor de cinzas e a capacidade de retenção de água (CRA), otimizando a estabilidade de emulsão e resultando em melhor desempenho tecnológico em T2. A avaliação sensorial mostrou que T1 apresentou a maior aceitação geral (8.67 ± 0.48), enquanto T2 apresentou aceitação intermediária, similar a T0. Por outro lado, T3 afetou negativamente a aceitabilidade devido ao sabor residual amargo. Conclui-se que a cañihua é um ingrediente funcional viável, sendo a formulação T1 ideal para equilibrar a aceitação sensorial e as melhorias tecnológicas.

Palavras-chave: cañihua, chouriço misto, ingrediente funcional, qualidade sensorial

1. Introducción

La industria de productos cárnicos ha experimentado una creciente demanda en el desarrollo de productos con mejores características nutricionales y funcionales, en respuesta a la demanda de los consumidores quienes priorizan alimentos más saludables y con menor contenido de aditivos sintéticos (Carrillo Quintero, 2025). El consumo excesivo de productos cárnicos se ha relacionado a riesgos para la salud debido a sus grasas saturadas, sodio y aditivos (Bartolo Estrella, 2013). En este contexto, los embutidos como el chorizo constituyen sistemas cárnicos complejos cuya calidad depende de la interacción entre proteínas miofibrilares, lípidos y compuestos no cárnicos, lo cual determina su estabilidad fisicoquímica, su comportamiento tecnológico y su aceptación sensorial (Sánchez-Muniz, 2022).

Bajo este enfoque, la reformulación de productos cárnicos mediante la incorporación de ingredientes funcionales se ha consolidado como una estrategia tecnológica de interés en la industria alimentaria. En particular, el uso de ingredientes bioactivos permite modificar la composición nutricional del producto, a la par que contribuye a una mejor estabilidad oxidativa.

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), un ingrediente de origen andino ha generado interés por su alto valor nutricional y funcional. Estudios actuales han demostrado que el alto color de perigonio se relaciona con su capacidad antioxidante, mostrando una correlación positiva entre el contenido de flavonoides y la actividad antioxidante total (Callohuanca Pariapaza et al., 2021). Asimismo, estudios indican que la cañihua presenta alto potencial antioxidante, con contenidos relevantes de fenoles totales, flavonoides y un perfil de ácidos grasos que fortifica su interés como ingrediente funcional (Limachi et al., 2023).

A pesar de estas evidencias, hay un limitado registro de datos sobre la aplicación de cañihua en matrices cárnicas, resaltando más la integración de otros pseudocereales andinos tales como la quinua, el cual ha sido integrado en formulaciones de chorizos como en otros productos cárnicos (Sandoval Piguave & Velasquez Franco, 2022).

Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de incorporación de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) sobre la calidad

tecnológica y sensorial de un chorizo mixto (cerdo – res), con la finalidad de determinar el nivel de inclusión el cual permita obtener un producto con una adecuada aceptación y mejores características de calidad.

2. Metodología

2.1. Lugar de desarrollo

El estudio se realizó en el laboratorio de Tecnología Agroindustrial de Cárnicos de la Universidad Privada San Juan Bautista, sede Ica, Perú. El desarrollo experimental comprendió la elaboración de chorizo mixto y la realización de análisis fisicoquímicos, tecnológicos y sensoriales bajo condiciones adecuadas de higiene y procesamiento.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población para la evaluación sensorial estuvo conformada por consumidores potenciales de productos cárnicos, especialmente aquellos con hábitos de consumo de embutidos frescos.

2.2.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 30 jueces no entrenados, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, quienes participaron en la elaboración sensorial de los tratamientos. Los criterios de selección incluyeron el consumo habitual de productos cárnicos y la disponibilidad para participar en la prueba.

2.3. Materia prima e ingredientes

Se emplearon carne de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) y carne de res (*Bos taurus*), adquiridas en comercios locales de la ciudad de Ica, Perú, bajo condiciones de refrigeración a 4°C. Como variable experimental se usó harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), obtenida comercialmente en presentaciones de grano tostado y molido, previamente acondicionada para su uso en productos cárnicos. Se evaluaron tres niveles de incorporación de harina de cañihua en la formulación de chorizo mixto: 5%, 7% y 10%, con el propósito de determinar su efecto sobre las

características fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales del producto final (Gomez Cahuata et al., 2021).

Tabla 1. *Materias primas e Ingredientes*

Materias primas	%	gr/mL
Carne de res	50%	700
Panceta de cerdo	50%	700
Hielo	10%	140
Orégano	0.3%	4.2
Fécula de maíz (maicena)	3%	42
Proteína de soya	1.5%	21
Pimienta negra	0.3%	4.2
Comino	0.3%	4.2
Paprika	0.6%	8.4
Sal de cura	0.5%	7
Azúcar	0.3%	4.2
Sal	1.8%	25.2
Ajo en polvo	0.4%	5.6
Humo líquido	0.1%	1.4
Tripolifosfato	0.4%	5.6
Eritorbato de sodio	0.1%	1.4
Harina de Cañihua (T1)	5%	17.5
Harina de Cañihua (T2)	7%	24.5
Harina de Cañihua (T3)	10%	35

Nota. *Las materias primas e insumos fueron adquiridos en comercios locales de la ciudad de Ica, Perú.

2.4. Formulación Experimental

La formulación de un chorizo mixto se elaboró a base de carne de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) y carne de res (*Bos Taurus*) incorporando la harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) como ingrediente funcional. Se establecieron cuatro tratamientos: T0 sin adición de harina de cañihua, T1 con 5%, T2 con 7% y T3 con 10% en todos los tratamientos se mantuvieron constantes las cantidades de los demás ingredientes y las condiciones de procesamiento, con el propósito de determinar su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales.

Tabla 2. *Tratamientos con distintos niveles de Cañihua*

Tratamiento	Nivel de cañihua %
T0	0% (control)
T1	5%
T2	7%
T3	10%

Nota. *La harina de cañihua reemplazara la formulación base de chorizo mixto, con la finalidad de evaluar su efecto sobre las propiedades tecnológicas y sensoriales del producto final.

2.5. Elaboración del chorizo mixto

La elaboración del chorizo mixto (cerdo – res) se realizó siguiendo el procedimiento tradicional de embutidos frescos, incorporando los distintos niveles de cañihua (5%, 7% y 10%) como ingrediente funcional (Gomez Cahuata et al., 2021). Inicialmente la carne de cerdo y la carne de res fueron seleccionadas, deshuesadas y sometidas a un proceso de limpieza para eliminar tejido conectivo excesivo y material no deseado. Posteriormente, las materias primas fueron troceadas y trituradas mediante un molino de carne equipado con una placa de diámetro adecuado para obtener una masa homogénea (Nagai et al., 2025).

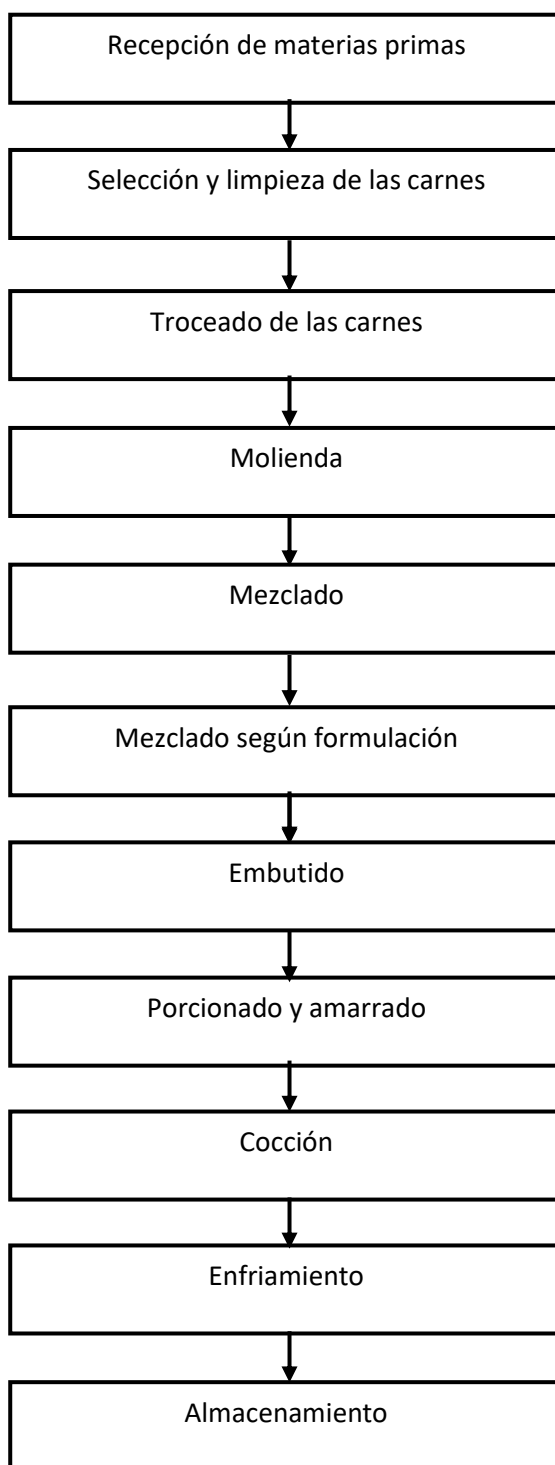
La mezcla cárnica se formuló de acuerdo con los tratamientos establecidos, adicionando sal, condimentos, especias y los diferentes porcentajes de harina de cañihua correspondientes a cada formulación experimental. El mezclado se efectuó hasta lograr una distribución uniforme de todos los ingredientes y una adecuada extracción de proteínas miofibrilares, favoreciendo la formación de una matriz estable.

Una vez obtenida la emulsión cárnica, la masa fue embutida en tripas naturales previamente acondicionadas, utilizando una embutidora manual o mecánica. Los chorizos fueron porcionados y amarrados a una longitud uniforme para garantizar la homogeneidad de las muestras (Moscoso-Mujica et al., 2024).

Posteriormente, los productos elaborados fueron almacenados bajo condiciones de refrigeración (4 ± 1 °C) hasta la realización de los análisis tecnológicos,

fisicoquímicos y sensoriales. Durante todo el proceso se aplicaron buenas prácticas de manufactura e higiene con el fin de asegurar la inocuidad y calidad del producto final.

2.6. Flujograma



2.7. Diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se empleará un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde el factor de estudio será el nivel de incorporación de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la formulación de chorizo mixto (Gomez Cahuata et al., 2021).

Se considera cuatro tratamientos, 0% (T0) sin adición de harina de cañihua y tres tratamientos con niveles de incorporación de 5% (T1), 7% (T2) Y 10% (T3). En todos los tratamientos se mantendrán constantes las cantidades de los demás ingredientes y las condiciones de procesamiento, con la finalidad de que los cambios observados se deben únicamente al efecto de la harina de cañihua (Quispe et al., 2024).

2.8. Análisis fisicoquímicos

2.8.1. Determinación de cenizas y pH

La determinación de cenizas se determinó mediante el método de incineración en mufla siguiendo los lineamientos de la AOAC (2019). Se pesaron 2 g de muestra en crisoles de porcelana tarados, los cuales fueron sometidos a carbonización preliminar en una plancha de calentamiento hasta la eliminación total de humos. A continuación, las muestras se introdujeron en una mufla a 550 °C durante un periodo de 4 a 6 horas, hasta la obtención de cenizas blancas o grisáceas constantes. Los crisoles se enfriaron en un desecador y se pesaron en balanza analítica; el resultado se expresó como el porcentaje de residuo inorgánico remanente.

Por otra parte, la medición del pH se ejecutó adaptando el procedimiento descrito por la ISO 2917 (2002). Para este análisis, se homogeneizaron 10 g de la muestra de chorizo con 90 mL de agua destilada utilizando un agitador magnético durante 5 minutos. Una vez estabilizada la suspensión, se realizó la lectura directa empleando un potenciómetro digital previamente calibrado con soluciones tampón de pH 4.0 y 7.0 a temperatura ambiente. Ambas determinaciones se realizaron por triplicado (Farias Calderón et al., 2025).

2.8.2. Determinación de la humedad

La humedad se determinó mediante el método oficial de la AOAC (1980), que consiste en secar la muestra en horno a 105 °C hasta alcanzar peso constante. La diferencia entre el peso inicial y el peso final corresponde al agua eliminada durante el secado, permitiendo expresar el contenido de humedad como porcentaje. Este análisis es ampliamente utilizado en productos cárnicos debido a que la cantidad de agua presente que influye en las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del alimento, además de constituir un indicador importante de calidad y conservación.

2.8.3. Capacidad de retención de agua y estabilidad de emulsión

La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó siguiendo la metodología propuesta por Acosta-Morales et al., (2023), con ligeras modificaciones. Para ello, se pesaron 5gr de muestra de cada tratamiento en tubos de centrifuga previamente tarados, a los que se le añadieron 8mL de agua destilada. Posteriormente, las muestras se homogenizaron y se centrifugaron a 3000 RPM durante 15 minutos. Finalizada la centrifugación, se retiró cuidadosamente el sobrenadante y se registró el peso del residuo obtenido. La CRA se expresó como el porcentaje de agua retenida con respecto al peso inicial.

La estabilidad de la emulsión se evaluó de acuerdo con el procedimiento descrito por Mercado Meza & Sánchez Mercado, (2018). Para este análisis se pesaron 25 gr de cada tratamiento en tubos de ensayo resistentes al calor, los cuales fueron sometidos a calentamiento baño María a 80°C durante 30 minutos. Al concluir el tratamiento térmico, las muestras se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se cuantificó el líquido exudado, conformado por agua y grasa liberado durante el proceso. Finalmente, la estabilidad de la emulsión se expresó como el porcentaje de retención de la emulsión con respecto al peso inicial de la muestra. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

2.8.4. Pérdida por cocción

La pérdida por cocción se determinó cuantificando la variación de masa del embutido tras el tratamiento térmico, adaptando la metodología descrita por AMSA (2015). Se registraron los pesos iniciales de las porciones de chorizo de cada tratamiento

utilizando una balanza de precisión. Seguidamente, las muestras fueron sometidas a un proceso de cocción controlado en un baño de agua termostatzado hasta que el centro térmico del producto alcanzó una temperatura interna de 75 °C, monitoreada con un termómetro de penetración digital. Finalizada la cocción, los embutidos se retiraron del tratamiento, se enfriaron a temperatura ambiente y se secaron cuidadosamente con papel absorbente para eliminar el exceso de humedad superficial. Las muestras se pesaron nuevamente y la pérdida por cocción se expresó como el porcentaje de peso perdido en relación con el peso inicial de la muestra. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

2.9. Análisis estadístico

Los datos obtenidos serán procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de identificar posibles diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Cuando se evidencien diferencias estadísticas ($p < 0.05$), se realizarán las pruebas de Tukey para efectuar comparaciones múltiples entre las medidas de tratamientos. Todo el procesamiento y análisis estadístico de la información se llevará a cabo utilizando el software de Statgraphics (Cáceres Menéndez, 2025).

2.9.1. Análisis de varianza

El Análisis de Varianza (ANOVA) fue empleado para determinar si existían diferencias significativas entre las formulaciones de chorizo. Este análisis se aplicó a los atributos sensoriales de textura, sabor, apariencia general y aceptabilidad, permitiendo evaluar el efecto de los tratamientos sobre la calidad del producto. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias entre las formulaciones estudiadas, facilitando la identificación del tratamiento con mejor desempeño sensorial (Montenegro & Herrera, 2013).

2.9.2. Diferencias estadísticas significativas

Las diferencias significativas observadas entre los tratamientos evidencian que la incorporación de harina influyó en las características fisicoquímicas y sensoriales del chorizo. Estas variaciones permitieron identificar cambios en las respuestas de evaluación evaluadas, demostrando que el nivel de inclusión de los ingredientes tuvo efecto sobre la calidad del producto. Los resultados obtenidos permitieron seleccionar la

formulación con mejor aceptación sensorial, la cual destaco por presentar características favorables para su consumo (Orbea Garcia & Viracucha Tipantiza, 2026).

2.10. Análisis Sensorial

La evaluación sensorial de los chorizos elaborados con diferentes niveles de incorporación de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) (5%, 7% y 10%). Durante la evaluación se valoró la intensidad, uniformidad y atractivo visual característicos del chorizo. Asimismo, se evaluó el olor, atributo relacionado a la frescura y calidad percibida antes del consumo. Se analizó la intensidad y aceptabilidad del aroma característico del chorizo, considerando la interacción entre las carnes de cerdo y res, los condimentos utilizados y la adición de cañihua. El sabor fue otro de los tributos evaluados, debido a su importancia en la preferencia del consumidor. Los panelistas calificaron la intensidad y el equilibrio de los sabores presentes en cada muestra, teniendo en cuenta la combinación de carnes, los ingredientes de formulación y los diferentes niveles de incorporación de cañihua. Este parámetro permitió establecer el grado de preferencia de cada tratamiento e identificar el nivel de incorporación de cañihua que presento la mayor aceptación por parte de los consumidores. Los resultados obtenidos permitieron cuantificar la percepción de los evaluadores respecto a las características organolépticas de los diferentes tratamientos y facilitaron la identificación de la formulación con mejor aceptación sensorial.

Se empleo una escala hedónica con 9 niveles de puntuación, donde:

Tabla 3. Escala hedónica de 9 puntos utilizada en la evaluación sensorial

Nivel de puntuación	Descripción
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

Nota. *la escala hedónica de 9 puntos fue utilizada para evaluar los atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general del chorizo mixto con diferentes niveles de incorporación de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*).

3. Resultados y discusión

3.1. Propiedades fisicoquímicas y tecnológicas

3.1.1. Determinación de cenizas

En el análisis de cenizas se observó un incremento gradual desde el tratamiento control (T0) hasta el tratamiento con 10% de harina de cañihua (T3). Este comportamiento se atribuye al mayor contenido de minerales presentes en la harina de cañihua, lo que contribuyó al aumento del contenido de cenizas del producto. Sin embargo, todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango esperado para productos cárnicos.

Tabla 4. Contenido de cenizas en chorizo mixto bajo diferentes niveles de harina de cañihua

Tratamiento	Rep. 1 (%)	Rep. 2 (%)	Rep. 3 (%)
T0 (Control)	2.08	2.10	2.09
T1 (5%)	2.26	2.24	2.25
T2 (7%)	2.39	2.41	2.40
T3 (10%)	2.55	2.53	2.54

Nota. *Porcentajes obtenidos mediante análisis gravimétricos por incineración en mufla para tres replicas independientes.

El ANOVA determinó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para el contenido de cenizas. La prueba Tukey agrupó el tratamiento de máxima inclusión T3 (10%) en el nivel superior “a” distanciándose significativamente del lote control, el cual se ubicó en el grupo “d”. Esto confirma estadísticamente que la ceniza del embutido responde directamente al perfil inorgánicos de la cañihua adicionada.

(Quito Pinta, 2017) observaron que la incorporación de harina de sachu inchi en niveles de 0%, 2%, 4% y 6% no produjo diferencias estadísticas significativas en el contenido de ceniza ($p > 0.05$), obteniéndose valores entre 3,83% y 4,07%. Lo cual indica comportamiento a que la adición de dicha harina no afecta de manera

significativa en el contenido mineral del embutido a diferencia de los resultados obtenidos de la presente investigación ya que estas evidenciaron que la incorporación de harina de cañihua si tuvo un efecto significativo sobre el contenido de cenizas ($p < 0.05$), evidenciando un incremento progresivo desde 2.09% en (T0) hasta 2.54% en el (T3), este comportamiento sugiere que el mayor aporte de minerales de cañihua incrementa la fracción inorgánica, podemos concluir que ambos estudios no coinciden en el comportamiento estadístico en el contenido de cenizas, ya que la harina de Sacha inchi no altero significativamente este parámetro, mientras que la harina de cañihua sí. Sin embargo, ambos estudios coinciden en que los valores obtenidos se mantienen dentro de los límites permitidos por la norma INEN 1344, lo que demuestra que la incorporación de estas harinas permite elaborar chorizos con características fisicoquímicas aceptables, sin exceder los requisitos establecidos para este tipo de producto.

Tabla 5. Análisis estadístico de medias para el contenido de cenizas en chorizo mixto

Tratamiento	Contenido de cenizas (%)	Grupo
T0 (Control)	2.09 ± 0.01	d
T1 (5%)	2.25 ± 0.01	c
T2 (7%)	2.40 ± 0.01	b
T3 (10%)	2.54 ± 0.01	a

Nota. *Valores expresados como media $\pm$ Desviación Estándar ($n = 3$). Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$)

3.1.2. pH

En la siguiente tabla se muestran los resultados de pH, se observó un ligero incremento conforme aumento el porcentaje de harina de cañihua incorporado en la formulación. El tratamiento con 10% de harina de cañihua (T3) presento los valores más altos de pH. Mientras que el tratamiento de control (T0) presento los menores valores. No obstante, todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango esperado para productos cárnicos frescos, lo que evidencia que la incorporación de harina de cañihua no afecta negativamente la estabilidad del producto.

Tabla 6. pH de chorizos elaborados con diferentes niveles de harina de cañihua

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
T0 (Control)	5.78	5.80	5.79
T1 (5%)	5.84	5.83	5.85
T2 (7%)	5.90	5.91	5.89
T3 (10%)	5.95	5.94	5.96

Nota. *Valores correspondientes a las mediciones de tres replicas independientes por tratamiento.

El modelado estadístico a través del ANOVA confirmó un efecto significativo ($p < 0.05$) del porcentaje de harina de cañihua sobre el pH del embutido. De acuerdo con la prueba de Tukey, se estructuraron cuatro grupos estadísticos completamente diferenciados (a, b, c, d) lo que evidencia que cada incremento en la dosis de la harina de cañihua eleva el pH.

(Gomez Cahuata et al., 2021) señalaron que la cañihua posee un alto contenido de proteínas de buena calidad, minerales y compuestos bioquímicos, que lo confiere importantes propiedades funcionales para su aplicación en la industria alimentaria. Los autores destacan que estas características pueden modificar las propiedades fisicoquímicas de los alimentos. Son desincorpora entre el pH debido a la capacidad amortiguadora de sus componentes.

Asimismo, los valores de pH obtenidos en el presente estudio se mantuvieron dentro del rango considerado normal. Aproximadamente entre 5.6 y 6.2, lo que demuestra que la incorporación de hasta un 10% de harina de cañihua no ocasiona alteraciones desfavorables en la calidad del producto. Por el contrario, el ligero incremento del pH podría contribuir a mejorar algunas propiedades tecnológicas, aspectos que han sido relacionados con el uso de ingredientes vegetales ricos en proteínas en productos cárnicos. En consecuencia, los resultados obtenidos respaldan el potencial de la harina de cañihua como ingrediente funcional sin afectar negativamente sus características fisicoquímicas.

Tabla 7. Análisis estadístico de medias para el pH en chorizo mixto con diferentes niveles de incorporación de harina de cañihua

Tratamiento	pH (Media $\pm$ DE)	Grupo
T0 (Control)	5.79 $\pm$ 0.01	d
T1 (5%)	5.84 $\pm$ 0.01	c
T2 (7%)	5.90 $\pm$ 0.01	b
T3 (10%)	5.95 $\pm$ 0.01	a

Nota. *Valores expresados como media $\pm$ desviación estándar (n = 3). Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey (p < 0.05)

3.1.3. Determinación de humedad

En la siguiente tabla se muestran los resultados del contenido de humedad, se observó una ligera disminución conforme aumentó el nivel de incorporación de harina de cañihua, el tratamiento (T0) presentó el mayor porcentaje de humedad, mientras que el tratamiento de 10% de harina de Cañihua (T3) registró el menor valor debido al incremento de sólidos totales aportados por la harina.

Tabla 8. Determinación de humedad en chorizo mixto bajo distintos niveles de harina de cañihua

Tratamiento	Rep. 1 (%)	Rep. 2 (%)	Rep. 3 (%)
T0 (Control)	66.42	66.35	66.39
T1 (5%)	65.84	65.77	65.81
T2 (7%)	65.28	65.35	65.31
T3 (10%)	64.86	64.92	64.89

Nota. *Determinación por secado en estufa hasta peso constante para replicas independientes.

El análisis de Varianza exhibió un efecto inverso altamente significativo (p < 0.01) sobre la humedad del chorizo. La prueba de Tukey discriminó con precisión el descenso del contenido acuoso asignando al control el valor máximo unilateral (grupo “a”), mientras que las formulaciones con sustitución vegetal (T1, T2, T3) marcaron descensos sucesivos en los grupos “b”, “c” y “d”.

(Álvarez Villagómez, 2016) señala que la incorporación de diferentes niveles de harina de haba produjo diferencias altamente significativas en el contenido de humedad ($p < 0.01$), obteniéndose valores entre 55.53 % y 58.39 %. Álvarez señala que todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango establecido por la Norma Técnica INEN 776 (55–65 %), lo que indica que las salchichas conservaron una adecuada calidad fisicoquímica. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos en la presente investigación, donde la incorporación de harina de cañihua, presentó impacto altamente significativo sobre el contenido de humedad ($p < 0.01$). Pero, a diferencia del estudio de Álvarez, en el que la formulación con 65% de carne de cuy y 5% de harina de haba registro el mayor contenido de humedad, en esta presente investigación se observó una disminución progresiva de este parámetro conforme aumento el nivel de harina de cañihua, pasando de 66.39% en el tratamiento control a 64.89% en el T2 con 10% de incorporación de harina de cañihua. Sin embargo, ambos estudios coinciden en que los productos obtenidos presentaron contenidos de humedad dentro de los rangos aceptables para productos cárnicos, lo que demuestra que la incorporación de harinas vegetales mejora las características tecnológicas del embutido sin comprometer su calidad.

Tabla 9. Análisis estadístico de medias para el contenido de humedad de chorizo mixto

Tratamiento	Contenido de humedad (%)	Grupo
T0 (Control)	66.39 $\pm$ 0.04	a
T1 (5%)	65.81 $\pm$ 0.04	b
T2 (7%)	65.31 $\pm$ 0.04	c
T3 (10%)	64.89 $\pm$ 0.03	d

Nota. *Valores expresados como Media $\pm$ Desviación Estándar ($n = 3$). Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$). ANOVA ($p < 0.01$).

3.1.4. Capacidad de retención de agua (CRA)

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la Capacidad de Retención de Agua (CRA), se observó un incremento progresivo desde el tratamiento control (T0) hasta el (T2) con un 7% de harina de cañihua donde se registraron los mayores valores de CRA. En el tratamiento con 10% de harina de cañihua (T3) se evidencio una ligera disminución con respecto a la (T2); sin embargo, los valores continuaron siendo

superiores al tratamiento control. Estos resultados indican que la incorporación de harina de cañihua favorece la retención de agua debido a su contenido de fibra dietaria y proteínas.

Tabla 10. Efecto de la adición de diferentes niveles de harina de cañihua sobre la Capacidad de Retención de Agua en chorizo mixto

Tratamiento	Rep. 1 (%)	Rep. 2 (%)	Rep. 3 (%)
T0 (Control)	81.82	81.94	81.88
T1 (5%)	84.18	84.27	84.22
T2 (7%)	85.74	85.68	85.71
T3 (10%)	84.96	85.04	84.99

Nota. *valores expresados como (%) para tres replicas independientes por tratamiento. T0 (control); T1 (5% de harina de cañihua); T2 (7% harina de cañihua); T3 (10% de harina de cañihua)

El ANOVA denotó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$) en la capacidad de retención de agua por efecto de inclusión de la cañihua. La prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$) demostró que la formulación T2 (7%) logró el máximo acoplamiento hidrofílico, formando un grupo estadístico independiente “a” respecto al control y los demás tratamientos. La ligera contracción observada en T3 (10%), que comparte el grupo estadístico “b” con T1, sugiere un punto de saturación en la matriz del gel proteico.

(Rengifo Gonzales, 2011) indica que al evaluar embutidos elaborados con carnes y harinas observó que la adición de ingredientes vegetales contribuye a incrementar la capacidad de retención de agua, debido a la interacción entre las fibras y proteínas del ingrediente funcional con la matriz cárnica.

(Rodrigo León, 2022), de manera similar, señaló que la CRA depende de la composición del alimento y de la capacidad de sus componentes para ligar agua, lo que explica que los tratamientos con cañihua presenten mejores valores que el control.

En ese sentido, la ligera disminución observada en el tratamiento con 10% podría indicar un punto de saturación de la matriz proteica, donde una mayor inclusión del ingrediente ya no mejora de forma adicional la retención de agua.

Tabla 11. Análisis Estadístico de medias para la CRA en chorizo mixto

Tratamiento	CRA (%)	Grupo
T0 (Control)	81.88 ± 0.06	c
T1 (5%)	84.22 ± 0.05	b
T2 (7%)	85.71 ± 0.03	a
T3 (10%)	84.99 ± 0.04	b

Nota. *valores expresados como Media ± Desviación estándar (n = 3). Letras distintas en la columna de grupo indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de significación de Tukey (p < 0.05)

3.1.5. Estabilidad de emulsión

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la estabilidad de Emulsión, se observó un incremento progresivo desde el tratamiento control (T0), hasta el tratamiento con 7% de harina de Cañihua (T2), mientras que el tratamiento con 10% (T3) mostró una ligera disminución, aunque mantuvo valores superiores al tratamiento control. Esto indica que la harina de cañihua contribuye a mejorar la estabilidad de emulsión por su contenido de proteínas y fibra.

Tabla 12. Estabilidad de emulsión en chorizo mixto bajo diferentes niveles de harina de cañihua

Tratamiento	Rep. 1 (%)	Rep. 2 (%)	Rep. 3 (%)
T0 (Control)	89.32	89.25	89.29
T1 (5%)	91.18	91.24	91.21
T2 (7%)	92.56	92.49	92.53
T3 (10%)	91.84	91.91	91.88

Nota. *Porcentaje de retención de fluidos totales tras centrifugación térmica en tres replicas independientes.

El ANOVA reportó variaciones estadísticas significativas (p < 0.05) en la retención de fluidos emulsionados. La prueba post – hoc de Tukey demostró que el tratamiento T2 (7%) exhibió la mayor estabilidad termodinámica (grupo “a”). Interesantemente, el tratamiento T3 (10%) no mostró diferencias significativas con respecto a T1 (compartiendo el grupo “b”), denotando que concentraciones del 10% estabilizan el sistema de igual forma que una dosis del 5%.

(Gao et al., 2015) observaron que la adición de ingredientes funcionales como aislado proteico de Soya y Carragenina mejoró la estabilidad de emulsión en hamburguesas de cerdo, reduciendo la liberación de agua y grasa durante el calentamiento. Estos resultados se asemejan a lo observado sugiriendo que la harina de cañihua contribuyó a estabilizar la fase acuosa y grasa del sistema cárnico, probablemente por su contenido de proteínas y fibra dietaria.

(Kim et al., 2023), de manera similar, estudios recientes en emulsiones cárnicas han demostrado que la incorporación de ingredientes no cárnicos con propiedades funcionales e incrementa la estabilidad del sistema emulsificando al favorecer una matriz más compacta y menos susceptible a la separación de fases. En ese sentido, la ligera disminución observada en el tratamiento con 10% podría indicar un punto óptimo de inclusión, ya que en niveles mayores no necesariamente genera una mejora adicional de la estabilidad de emulsión.

Tabla 13. Análisis estadístico de medias para la estabilidad de emulsión en chorizo mixto

Tratamiento	Estabilidad de emulsión (%)	Grupo
T0 (Control)	89.29 ± 0.04	c
T1 (5%)	91.21 ± 0.03	b
T2 (7%)	92.53 ± 0.04	a
T3 (10%)	91.88 ± 0.04	b

Nota. *valores expresados como Media ± Desviación estándar (n = 3). Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey (p < 0.05). ANOVA (p < 0.05).

3.1.6. *Perdida por cocción*

En los resultados se observó una disminución progresiva desde el tratamiento control (T0) hasta el tratamiento con 7% de harina de Cañihua (T2). En el tratamiento con 10% (T3), se registró un ligero incremento con respecto al T2. Sin embargo, el valor continúa siendo inferior al tratamiento control. Estos resultados evidencian que la harina de Cañihua favorece en la retención de agua y grasas durante la cocción.

Tabla 14. Pérdida por cocción en chorizo mixto bajo diferentes niveles de harina de cañihua

Tratamiento	Rep. 1 (%)	Rep. 2 (%)	Rep. 3 (%)
T0 (Control)	17.24	17.18	17.21
T1 (5%)	15.83	15.90	15.87
T2 (7%)	14.62	14.55	14.59
T3 (10%)	15.18	15.24	15.21

Nota. * Variación de masa porcentual post – tratamiento térmico evaluada en tres réplicas independientes.

Las pérdidas por desprendimiento térmico sufrieron modificaciones estadísticas altamente significativas según el ANOVA ($p < 0.001$). La prueba de Tukey valido una disminución drástica del escurrimiento, posicionando el lote control (T0) en el grupo de mayor pérdida (“a”). Los tratamientos reformulados redujeron significativamente este parámetro, destacando (T2) en el Grupo “c” como la formulación óptima para mitigar la merma por cocinado.

(Rocchetti et al., 2023) evaluaron la incorporación de ingredientes vegetales ricos en fibra y proteína en productos cárnicos y observaron una reducción significativa de la perdida por cocción en comparación con el tratamiento control. Los autores atribuyen este comportamiento a la elevada capacidad de absorción y retención de agua en las fibras vegetales, las cuales forman una matriz más estable durante el calentamiento y disminuyen la exudación de agua y grasa. En comparación con dicho estudio, los valores obtenidos en la presente investigación muestran una tendencia similar, ya que la inclusión de harina de cañihua permitió reducir la perdida por cocción hasta alcanzar el mejor resultado con el tratamiento T2 (7%), demostrando una mejora de las propiedades tecnológicas del embutido.

Tabla 15. Análisis estadístico de medias para la pérdida por cocción en chorizo mixto

Tratamiento	Pérdida por cocción (%)	Grupo
T0 (Control)	17.21 $\pm$ 0.03	a
T1 (5%)	15.87 $\pm$ 0.04	b
T2 (7%)	14.59 $\pm$ 0.04	c
T3 (10%)	15.21 $\pm$ 0.03	b

Nota. *valores expresados como Media $\pm$ Desviación Estándar (n =3). Letras

distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$). ANOVA ($p < 0.001$).

3.1.7. Contenido de grasa

En la siguiente tabla se muestran los resultados del contenido de grasa, se observó una ligera disminución en el contenido de grasa conforme aumentó el porcentaje de incorporación de harina de cañihua. El tratamiento control (T0) presentó el mayor contenido de grasa, mientras que el tratamiento con 10% de harina de cañihua (T3) registró el menor valor. Este comportamiento se atribuye a la sustitución parcial de ingredientes cárnicos por harina de cañihua, la cual posee un menor contenido lipídico.

Tabla 16. Contenido de grasa en chorizo mixto bajo diferentes niveles de harina de cañihua

Tratamiento	Rep. 1 (%)	Rep. 2 (%)	Rep. 3 (%)
T0 (Control)	21.84	21.76	21.80
T1 (5%)	21.22	21.15	21.18
T2 (7%)	20.71	20.64	20.68
T3 (10%)	20.18	20.24	20.21

Nota. *Determinación cuantitativa de lípidos totales para tres replicas independientes.

El ANOVA confirmó diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en el perfil lipídico por efecto de la sustitución. El análisis de Tukey ubicó el lote control en el extremo superior de concentración lipídica (grupo “a”), mientras que los tratamientos disminuyeron de manera escalonada hacia los grupos “b”, “c” y “d”, corroborando estadísticamente la dilución calórica y lipídica de embutido terminado.

(Fernández-López et al., 2021) evaluaron el uso de productos derivados de la quinua y chía en la reformulación de productos cárnicos. Los autores señalaron que la incorporación de estos pseudocereales reduce el contenido de grasa al reemplazar parcialmente la grasa animal o la carne, obteniendo productos con un perfil nutricional más saludable sin afectar su calidad tecnológica. En ese estudio se concluyó que el efecto depende del nivel de sustitución empleado, observándose una disminución

progresiva del contenido lipídico conforme aumenta la incorporación de ingredientes vegetales.

Al comparar ambos estudios, se observa una tendencia similar. En el presente estudio, el contenido de grasa disminuyó de 21.8% en el tratamiento control a 20.21% en el tratamiento con 10% de harina de cañihua, lo que confirma el efecto de sustitución de los ingredientes cárnicos por un ingrediente de menor contenido lipídico. Aunque trabajaron con quinua y chí, mientras que en el presente estudio se empleó harina de cañihua, los resultados son comparables debido a que la quinua y la cañihua pertenecen al género *Chenopodium* y presentan características nutricionales semejantes, especialmente por su elevado contenido de proteínas y fibra dietética.

Tabla 17. Análisis estadístico de medias para el contenido de grasa en chorizo mixto

Tratamiento	Contenido de grasa (%)	Grupo
T0 (Control)	21.80 ± 0.04	a
T1 (5%)	21.18 ± 0.04	b
T2 (7%)	20.68 ± 0.04	c
T3 (10%)	20.21 ± 0.03	d

Nota. *Valores expresados como Media ± desviación estándar (n = 3). Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey (p < 0.05). ANOVA (p < 0.05)

3.2. Evaluación sensorial

La calidad sensorial y los atributos organolépticos del chorizo mixto reformulado con harina de cañihua fueron validados con base a las respuestas del panel evaluador. El análisis de Varianza ANOVA demostró alteraciones estadísticas altamente significativas (p < 0.001) por efecto directo de las concentraciones de sustitución aplicadas sobre las propiedades organolépticas percibidas por los panelistas.

En la siguiente tabla se compilan los promedios estadísticos calculados para cada variable sensorial y sus respectivas letras de agrupación obtenidas mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Tabla 18. Efecto de la inclusión de harina de cañihua sobre el perfil sensorial y aceptabilidad general del chorizo mixto

Tratamiento	Color	Aroma	Sabor	Textura	A. General
T0 (Control)	7.00 ± 0.83 ^b	7.00 ± 0.83 ^b	7.00 ± 0.83 ^b	7.00 ± 0.83 ^b	7.00 ± 0.83 ^b
T1 (5%)	8.00 ± 0.83 ^a	8.00 ± 0.83 ^a	8.67 ± 0.48 ^a	8.00 ± 0.83 ^a	8.67 ± 0.48 ^a
T2 (7%)	7.00 ± 0.83 ^b	8.00 ± 0.83 ^a	8.00 ± 0.83 ^{ab}	7.00 ± 0.83 ^b	8.00 ± 0.83 ^{ab}
T3 (10%)	6.00 ± 0.83 ^c	6.00 ± 0.83 ^c	5.00 ± 0.83 ^c	6.00 ± 0.83 ^c	5.00 ± 0.83 ^c

Nota. *Valores expresados con media ± desviación estándar (n = 30). Letras diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey (p < 0.05). rango de la escala: 1 (“me disgusta extremadamente”) a 9 (“me gusta extremadamente”).

3.2.1. Atributo color

El modelado paramétrico del ANOVA arrojó diferencias estadísticas altamente significativas (p < 0.001) para el parámetro de color, dividiendo las muestras en tres grupos de Tukey independientes (a, b, c). El tratamiento T1 (8.00 ± 0.83, correspondiente a "Me gusta mucho") superó significativamente al lote control (T0) y al tratamiento T2, los cuales compartieron estadísticamente el grupo "b". Por su parte, la inclusión al 10% (T3) redujo la aceptabilidad del color hasta el grupo "c" (6.00 ± 0.83). Estadísticamente, esto demuestra que adiciones del 5% potencian un perfil cromático atractivo en la superficie del embutido fresco, mientras que dosis elevadas oscurecen excesivamente la matriz debido a la pigmentación natural oscura del grano de cañihua, mermando su atractivo visual.

3.2.2. Atributo aroma

Con respecto a las propiedades volátiles, el ANOVA detectó diferencias críticas entre los tratamientos (p < 0.001). La prueba de Tukey agrupó de manera homogénea a las formulaciones T1 y T2 en el nivel de máxima calificación ("a"), distanciándose significativamente del lote control (T0, grupo "b") y del tratamiento con mayor dosificación vegetal (T3, grupo "c"). Estos resultados indican desde una perspectiva estadística que la liberación de compuestos aromáticos propios del pseudocereal interactúa de forma positiva con los condimentos y las notas del aroma de humo líquido

comercial en concentraciones del 5% y 7%, enriqueciendo la complejidad olfativa del embutido. Sin embargo, concentraciones del 10% saturan el perfil con notas herbales intensas no deseadas por el consumidor.

3.2.3. *Atributo sabor*

El análisis del sabor constituyó uno de los hallazgos más determinantes de la evaluación sensorial. El ANOVA evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0.001$). La prueba post-hoc ubicó al tratamiento T1 en el extremo superior de preferencia (grupo "a", 8.67 ± 0.48), aproximándose a la categoría de "Me gusta extremadamente". El tratamiento T2 compartió similitud estadística con el control al ubicarse en el grupo intermedio "ab". En marcado contraste, el lote T3 (10%) sufrió una degradación drástica en la preferencia de los jueces, cayendo al grupo "c" (5.00 ± 0.83 , "Ni me gusta ni me disgusta"). Estadísticamente se comprueba que niveles moderados de adición no enmascaran el perfil de la base cárnica, pero una sustitución del 10% introduce un sabor amargo o terroso residual característico de los polifenoles y saponinas traza del grano andino.

3.2.4. *Atributo textura*

El parámetro reológico y sensorial de la textura exhibió variaciones estadísticas de alta significancia ($p < 0.001$). El análisis discriminario de Tukey distribuyó las medias en tres agrupaciones claras. Nuevamente, la formulación al 5% (T1) comandó el grupo de mayor agrado ("a"), desplazando al control (T0) y al lote T2 hacia el grupo "b". El tratamiento con 10% de cañihua (T3) obtuvo los puntajes más bajos (grupo "c"). Este ordenamiento estadístico consolida que concentraciones bajas del pseudocereal actúan en armonía con el almidón de maíz y la grasa de la panceta de cerdo, confiriendo suavidad y cohesión. En cambio, concentraciones de cañihua del 10% provocan una absorción excesiva de la fracción hídrica libre debido a su alta concentración de fibra dietaria, generando una textura demasiado firme o arenosa que reduce la palatabilidad en la boca.

3.2.5. *Aceptabilidad general*

Finalmente, la variable integradora de aceptabilidad general confirmó la supremacía estadística del tratamiento T1 (8.67 ± 0.48 , grupo "a"), consolidándolo

como la formulación óptima del diseño experimental. El tratamiento T2 mantuvo un nivel de agrado aceptable al interactuar en el grupo "ab" con tendencia favorable. No obstante, el lote T3 se posicionó de manera desventajosa en el grupo "c". A nivel estadístico, se concluye con un nivel de confianza del 95% que la incorporación de harina de cañihua en una proporción del 5% constituye el límite técnico y sensorial idóneo para el desarrollo de un chorizo mixto reformulado, logrando potenciar las propiedades organolépticas sin comprometer los patrones tradicionales de consumo de un embutido cárnico fresco.

4. Conclusión

La incorporación de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) como ingrediente funcional adicionado en la formulación de chorizo mixto (cerdo – res) ejerce un impacto significativo y favorable sobre la calidad tecnológica, nutricional y sensorial del producto final. Tecnológicamente, la adición del pseudocereal optimiza las propiedades funcionales de la matriz al elevar de forma proporcional el contenido de cenizas y pH, además de potenciar la capacidad de retención de agua (CRA) y la estabilidad de la emulsión, lo que mitiga eficazmente la pérdida por cocción. El mayor rendimiento tecnológico se consolidó en el nivel del 7% (T2). Nutricionalmente, la inclusión de la harina promueve una reducción gradual en la proporción de grasa total del embutido terminado por un efecto de dilución de matriz, enriqueciendo el valor mineral del alimento. Sensorialmente, el diseño experimental demostró que es viable adicionar este recurso andino sin afectar negativamente las características tradicionales del embutido, siempre que se respeten los umbrales de aceptación. El tratamiento con 5% de cañihua (T1) resultó ser la formulación óptima al registrar la mayor aceptabilidad general (8.67 ± 0.48) y un perfil organoléptico armónico, mientras que la dosis de 10% (T3) afectó negativamente la aceptabilidad por la presencia de notas amargas residuales. En conclusión, la harina de cañihua es un aditivo funcional apto para la línea de embutidos frescos, estableciéndose el nivel de 5% como la concentración recomendada para maximizar los beneficios funcionales y nutricionales, asegurando la total fidelidad del sabor y la aceptación comercial.

5. Bibliografía

- Acosta-Morales, J. G., Sánchez- Hernández, A. J., Martínez-García, J. J., Sáenz Esqueda, M. A., Candelas-Cadillo, M. G., & Minjares-Fuentes, J. R. (2023). Propiedades tecnofuncionales de la cáscara de tuna cardona (*Opuntia streptacantha*) y su aplicación en un chorizo mexicano. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 808-815. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.104>
- Álvarez Villagómez, J. de L. (2016). *Evaluación de la calidad de la salchicha elaborada con carne de cuy (Cavia porcellus) y varios niveles de harina de haba (Vicia faba)*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/18559d35-e245-4129-93d3-a20f6794983f>
- Bartolo Estrella, D. E. (2013). *Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)*.
- Cáceres Menéndez, Y. F. (2025). *SUSTITUCIÓN PARCIAL DE NITRITOS EN CHORIZOS DE CARNE DE CERDO POR HARINA DE EPICARPIO DE GUAYABA (Psidium guajava)*. [Thesis, UNAG]. <https://amanglana.unag.edu.hn/jspui/xmlui/handle/123456789/1815>
- Callohuanca Pariapaza, M. A., Mamani Mamani, E., Mamani Paredes, J., & Canaza Cayo, A. W. (2021). *Perigonium color and the antioxidant capacity of cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)*. Scielo. <https://doi.org/https://doi.org/10.22267/rcia.213802.164>
- Carrillo Quintero, C. A. (2025). *Plan de Negocios Para la Empresa de Chorizos Artesanales “Chorizos no me Olvides” en el Municipio de Valledupar (Cesar)*. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/73d25df6-4c07-42fb-b010-ed33bd10cb8b>
- Farias Calderón, J. R., Calderón Zambrano, J. U., & Solórzano Farias, M. E. (2025). Caracterización fisicoquímica de las materias primas y calidad microbiológica en chorizo ahumado de chame camarón. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 15(1), 85-105. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v15i1.20566>

- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., & Pérez-Alvarez, J. A. (2021). Quinoa and chia products as ingredients for healthier processed meat products: Technological strategies for their application and effects on the final product. *Current Opinion in Food Science*, 40, 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.004>
- Gao, X., Zhang, W., & Zhou, G. (2015). Emulsion stability, thermo-rheology and quality characteristics of ground pork patties prepared with soy protein isolate and carrageenan. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(14), 2832-2837. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7023>
- Gomez Cahuata, J. F., Rosas-Quina, Y. E., & Pachari Vera, E. (2021). Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) a promising superfood in food industry: A review. *Nutrition & Food Science*, 52(6), 917-928. <https://doi.org/10.1108/NFS-09-2021-0277>
- Kim, B. H. B., Seo, J.-K., Kim, H.-W., & Lee, Y.-J. (2023). PSV-3 Evaluation of Functional Properties of Chitin as a Novel Non-Meat Ingredient for Manufacturing Meat Emulsions. *Journal of Animal Science*, 101(Suppl 2), 272-273. <https://doi.org/10.1093/jas/skad341.309>
- Limachi, J., Huanca, S., Castañeta, G., Miranda-Flores, D., Palma, V., Yañiquez, J., Tejeda, L., Mollinedo, P., Dimov, K., Popova, T., & Peñarrieta, M. (2023). Antioxidant potential and fatty acid profile of different canihua (*Chenopodium pallidicaule*) cultivars, raised in Bolivian Altiplano. *Food Science and Applied Biotechnology*, 6(2), 383-394. <https://doi.org/10.30721/fsab2023.v6.i2.284>
- Mercado Meza, C. M., & Sánchez Mercado, C. A. (2018). *Formulaciones de chorizos obtenidas a partir de una aplicación informática y su evaluación textural*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/1036>
- Montenegro, C., & Herrera, Y. (2013, mayo 29). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa agroindustrial productora de chorizo a partir de texturizado de soja (glycine max) y harinas de cereales en la Ciudad de Cali Departamento del Valle del Cauca*. [Monografía]. Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/2599/>

- Moscoso-Mujica, G., Mujica, Á., Chura, E., Begazo, N., Jayo-Silva, K., & Oliva, M. (2024). Kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), an ancestral Inca seed and optimal functional food and nutraceutical for the industry: Review. *Heliyon*, 10(14), e34589. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34589>
- Nagai, N. F., Marchetti, L., Lorenzo, G., & Andrés, S. C. (2025). Hybrid meat products: Effects of different pretreated bean flours and levels on the physicochemical and techno-functional characteristics of sausages. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 41, 101239. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101239>
- Orbea Garcia, L. M., & Viracucha Tipantiza, K. D. (2026). “Elaboración de chorizo con adición de harina de guayaba (*Psidium guajava* L) y harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), como agente aglutinante”. [Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi; (UTC)]. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/15613>
- Quispe, A. J., Moreno, M. C., Leon, A. M., Bouchon, P., & Medina, W. T. (2024). Design of cañihua-rice: Development and characterization of an analogue of rice by warm-extrusion of cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) and rice (*Oryza sativa*) flours. *Food and Humanity*, 2, 100193. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.12.001>
- Quito Pinta, M. A. (2017). Utilización de harina *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) para la elaboración de chorizo especial. <https://dspace.espoch.edu.ec/items/0557b545-a023-49a0-a49e-c78d720d8645>
- Rengifo Gonzales, L. I. (2011). Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carnes y en embutido.
- Rocchetti, G., Ferronato, G., Sarv, V., Kerner, K., Venskutonis, P. R., & Lucini, L. (2023). Meat extenders from different sources as protein-rich alternatives to improve the technological properties and functional quality of meat products. *Current Opinion in Food Science*, 49, 100967. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100967>

Rodrigo León, J. P. (2022). *CALIDAD EN MORTADELA DE CARNE DE RES CON HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd) Y HARINA DE ARVEJA (Pisum sativum L.)*.

Sánchez-Muniz, F. J. (2022). Productos cárnicos saludables y funcionales. Evidencia científica del grupo AFUSAN. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 5, 603-626.

Sandoval Piguave, L. G., & Velasquez Franco, J. R. (2022). *Evaluación de la harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) germinada como agente emulgente y texturizante en la elaboración de chorizo ahumado*.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/items/89ed3acb-df4b-4bca-988b-52f722e38711>

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Declaración de intereses

Declaro no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de uso

Copyright© 2026 por **Angeles Consuelo Ayala Campos, Víctor Silvestre Morales Echegaray, Cristell Noelia Pillaca Vera, Cinthya Natali Llantoy Licapa, María Fernanda Neyra Uchuya, Melany Andrea Tueros Arotinco**



[Este texto está protegido por la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.