



Efecto de la adición de quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes concentraciones sobre la calidad fisicoquímica y sensorial de chorizo de pescado elaborado con bonito y cerdo

Effect of red quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) addition at different concentrations on the physicochemical and sensory quality of fish chorizo made with bonito and pork

Efeito da adição de quinua vermelha (*Chenopodium quinoa* Willd.) em diferentes concentrações sobre a qualidade físico-química e sensorial de linguiça de peixe elaborada com bonito e suín

ARTÍCULO ORIGINAL

Renato Padilla Palomino

Renato.padilla@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0008-8453-0960>

Universidad Privada San Juan Bautista,
Lima - Perú

Nestor Tasaico Valdivia

Nestor.valdivia@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0008-9865-9466>

Universidad Privada San Juan Bautista,
Lima - Perú

Ronaldo Rojas Chirinos

Ronaldo.rojas@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0005-6174-1261>

Universidad Privada San Juan Bautista,
Lima - Perú

Luz De la cruz Quispe

Luz.delacruzq@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0004-9629-0248>

Universidad Privada San Juan Bautista,
Lima - Perú

Jesús Hernández Fuentes

jesus.hernandezf@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0000-9417-6469>

Universidad Privada San Juan Bautista,
Lima - Perú

Leonardo Antaya Saavedra

Ivan.antaya@upsjb.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0000-0439-5343>

Universidad Privada San Juan Bautista,
Lima - Perú

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

RESUMEN

En el Perú, el bonito es un recurso marino abundante y la carne de cerdo una de las de mayor producción y consumo interno; no obstante, su aprovechamiento conjunto en productos procesados de valor agregado sigue siendo limitado. Ante ello, un chorizo de pescado elaborado con ambas materias primas y enriquecido con harina de quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd.) ofrece una alternativa innovadora y saludable. Esta destaca por su contenido de compuestos antioxidantes, que no solo mejoran la calidad del producto, sino que también le aportan un valor nutricional superior. Para probar esta alternativa, se elaboraron cuatro formulaciones de chorizo con harina de quinua roja en sustitución parcial de la carne de cerdo: T0 como control (sin quinua), T1 (3 %), T2 (5 %) y T3 (7 %), usando como base bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) y cerdo (*Sus scrofa domestica*). En cada tratamiento se determinaron las propiedades fisicoquímicas (pH, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite y contenido de cenizas) y la calidad sensorial, mediante una prueba hedónica de 5 puntos aplicada por 30 evaluadores semientrenados que calificaron color, olor, sabor y textura. Los datos fisicoquímicos se analizaron con ANOVA de una vía y prueba de Tukey ($p < 0,05$), y los sensoriales con la prueba de Friedman. La quinua roja incrementó significativamente el pH (de 5,82 a 5,86), la retención de agua (hasta 81,78 % en T2), la retención de aceite (hasta 138,88 % en T2) y las cenizas (hasta 2,63 % en T3), sin diferencias sensoriales entre tratamientos ($p > 0,05$). En conjunto, la adición al 5 % ofreció las mejores propiedades fisicoquímicas sin comprometer la aceptación sensorial, evidenciando el potencial de esta combinación para diversificar la oferta de embutidos a partir de recursos pesqueros y pecuarios locales.

Palabras clave: chorizo de pescado, quinua roja, embutido funcional, capacidad de retención de agua, análisis sensorial.

ABSTRACT

In Peru, bonito is an abundant marine resource and pork is one of the most widely produced and consumed meats; nevertheless, their combined use in value-added processed products remains limited. In response, a fish chorizo made from both raw materials and enriched with red quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) offers an innovative and health-conscious alternative. Red quinoa is notable for its antioxidant compounds, which not only improve product quality but also provide superior nutritional value. To test this alternative, four chorizo formulations were prepared using red quinoa flour as a partial replacement for pork: T0 as control (no quinoa), T1 (3 %), T2 (5 %), and T3 (7 %), using a base of bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) and pork (*Sus scrofa domestica*). For each treatment, physicochemical properties (pH, water-holding capacity, oil-holding capacity, and ash content) and sensory quality were assessed through a 5-point hedonic test applied by 30 semi-trained panelists who rated color, odor, flavor, and texture. Physicochemical data were analyzed using one-way ANOVA and Tukey's post hoc test ($p < 0.05$), and sensory data using the Friedman test. Red quinoa significantly increased pH (from 5.82 to 5.86), water-holding capacity (up to 81.78 % in T2), oil-holding capacity (up to 138.88 % in T2), and ash content (up to 2.63 % in T3), with no significant differences among treatments in sensory attributes ($p > 0.05$). Overall, the addition of red quinoa at 5 % provided the best physicochemical properties without compromising sensory acceptance, highlighting the potential of this combination to diversify the deli meat market using local fishery and livestock resources.

Keywords: fish chorizo, red quinoa, functional sausage, water-holding capacity, sensory analysis.

RESUMO

No Peru, o bonito é um recurso marinho abundante e a carne suína é uma das de maior produção e consumo interno; no entanto, seu aproveitamento conjunto em produtos processados de valor agregado ainda é limitado. Diante disso, uma linguiça de peixe (tipo chorizo) elaborada com ambas as matérias-primas e enriquecida com farinha de quinua vermelha (*Chenopodium quinoa* Willd.) oferece uma alternativa inovadora e saudável. A quinua vermelha destaca-se por seus compostos antioxidantes, que não só melhoram a qualidade do produto, mas também lhe conferem um valor nutricional superior. Para testar esta alternativa, foram elaboradas quatro formulações de chouriço com farinha de quinua vermelha em substituição parcial da carne suína: T0 como controle (sem quinua), T1 (3 %), T2 (5 %) e T3 (7 %), utilizando como base o bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) e a carne suína (*Sus scrofa domestica*). Em cada tratamento foram determinadas as propriedades físico-químicas (pH, capacidade de retenção de água, capacidade de retenção de óleo e teor de cinzas) e a qualidade sensorial, por meio de um teste hedônico de 5 pontos aplicado por 30 provadores semitreinados que avaliaram cor, odor, sabor e textura. Os dados físico-químicos foram analisados por meio de ANOVA de via única e teste de Tukey ($p < 0,05$), e os sensoriais pelo teste de Friedman. A quinua vermelha aumentou significativamente o pH (de 5,82 para 5,86), a retenção de água (até 81,78 % em T2), a retenção de óleo (até 138,88 % em T2) e as cinzas (até 2,63 % em T3), sem diferenças sensoriais entre os tratamentos ($p > 0,05$). Em conjunto, a adição de quinua vermelha a 5 % proporcionou as melhores propriedades físico-químicas sem comprometer a aceitação sensorial, evidenciando o potencial desta combinação para diversificar a oferta de embutidos a partir de recursos pesqueiros e pecuários locais.

Palavras-chave: linguiça de peixe, quinua vermelha, embutido funcional, capacidade de retenção de água, análise sensorial.

1. Introducción

En el Perú, el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) es, sin duda, uno de los recursos marinos con mayor peso comercial: se destina íntegramente al consumo humano directo y sus desembarques rondan, en promedio, las 90 mil toneladas al año (Instituto del Mar del Perú [IMARPE], 2024). Sin embargo y esto es algo que llama la atención, su aprovechamiento sigue concentrado casi por completo en presentaciones tradicionales: fresco, congelado o en conserva. La incorporación de este pescado en productos cárnicos de valor agregado, como los embutidos, apenas ha avanzado. Reorientar parte de este recurso hacia ese tipo de productos podría ser una estrategia interesante para diversificar la oferta alimentaria y sacarle más provecho a la pesca local (Montero-Barrantes, 2021). De hecho, el informe SOFIA de la FAO señala que los productos marinos representan cerca del 15 % de las proteínas de origen animal que se consumen en el mundo, un dato que refuerza su relevancia nutricional (FAO, 2024).

Para complementar esta idea, la carne de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) que resulta ser un insumo bastante idóneo. Y no es un dato menor: es la segunda carne más consumida en el país, con una producción nacional que ronda las 289 000 toneladas al año y un consumo per cápita que no para de crecer (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2025). Aporta proteínas de buen valor biológico, y su grasa ayuda a que la emulsión sea estable, mejorando textura y jugosidad en los embutidos (Inguglia et al., 2023). Por eso mezclar músculo de pescado con cerdo en un chorizo tiene sentido desde lo tecnológico (Chuapoehuk et al., 2001) , y de paso abre una puerta para innovar en el mercado de embutidos (Baune et al., 2023).

Diversos estudios respaldan esta alternativa. Los embutidos hechos con pescado suelen recibir buenas calificaciones en color, aroma, sabor y textura lo cual confirma que son sensorialmente aceptables (Salinas et al., 2024). Por otro lado, la quinua, incorporada como pseudocereal en productos cárnicos, ayuda a retener más agua y mejora el rendimiento al cocinar, gracias a su fibra, almidón y proteínas; el resultado son texturas más firmes que en las formulaciones de siempre (Öztürk-Kerimoğlu et al., 2020). En esa misma dirección, se ha visto que agregar quinua a salchichas tipo bologna mejora la estabilidad de la emulsión y suma fibra dietética. Algo similar encontraron Dautova et al. (2024), la harina de quinua en salchichas emulsionadas incrementó la

capacidad de retención de agua del 53,45 % al 82,56 %, sin afectar los atributos sensoriales y, de paso, su aporte mineral elevó las cenizas del producto, mejorando su perfil nutricional. Con todo esto ya queda bastante claro que la quinua funciona bien como ingrediente funcional en productos cárnicos.

Ahora bien, no se han encontrado antecedentes que evalúen la combinación de bonito, cerdo y quinua roja en un chorizo. Ese es, precisamente, el vacío que busca cubrir este estudio: se analiza el efecto de tres concentraciones de harina de quinua roja (3, 5 y 7 %), comparadas contra un control sin nada añadido, sobre el pH, la capacidad de retención de agua, la capacidad de retención de aceite, el contenido de cenizas y la calidad sensorial del chorizo.

2. Materiales y Métodos

2.1. Localización

El producto se desarrolló en el laboratorio del Programa de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería, Universidad Privada San Juan Bautista – Filial Ica (Perú). Todo el estudio se hizo en Ica, en la costa central del Perú. Este departamento está entre los 13°01' y 15°26' de latitud sur y los 74°42' y 76°24' de longitud oeste; su clima es templado y desértico, con pocas lluvias (Instituto Nacional de Estadística e Informática, s. f.). Las pruebas analíticas se hicieron, específicamente, en el laboratorio E-103 de ese mismo programa académico.

2.2. Materiales

Los ejemplares de pescado bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) y los cortes de carne de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) se adquirieron en un mercado local del departamento de Ica, Perú. Ambas materias primas se trasladaron de inmediato bajo condiciones controladas de temperatura, buscando garantizar su frescura hasta el momento de su uso. Las semillas de quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd.) se obtuvieron de manera similar se eligieron por su origen natural y su elevado contenido antioxidante (Pedrali et al., 2023), y luego se pulverizaron con un molinillo eléctrico de acero inoxidable hasta obtener la harina de quinua. El resto de los insumos se compró en distintos supermercados de la zona. Además, se emplearon especias de grado

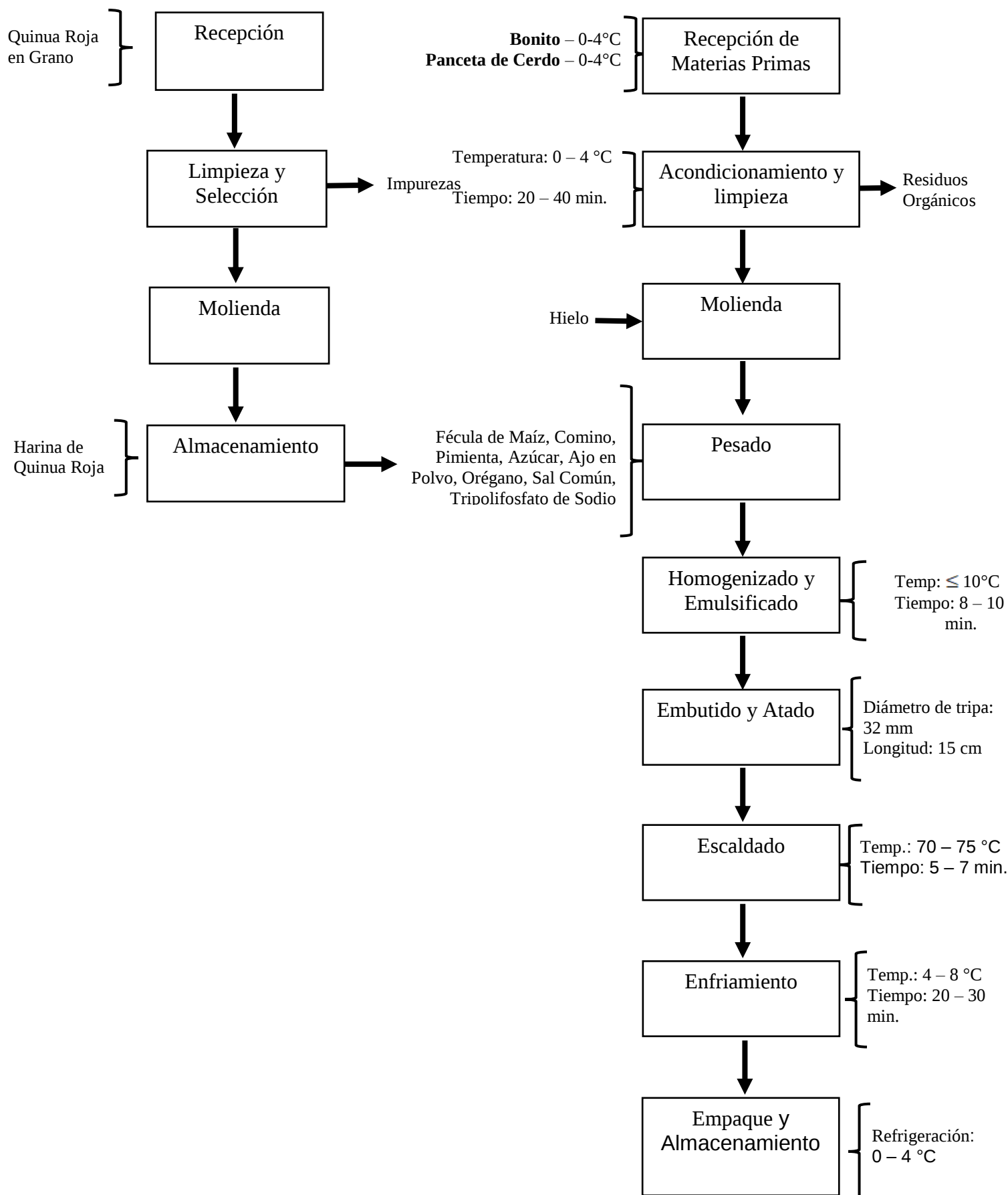
alimentario y agentes conservantes en concentraciones estandarizadas, con el fin de mantener la homogeneidad de la formulación experimental.

2.3. Elaboración del chorizo

Tabla 1: Formulación para la elaboración del chorizo de bonito y cerdo con adición de harina de quinua roja (1 kg)

Ingredientes (%)	Tratamientos			
	T0 (Control)	T1	T2	T3
Bonito	42.5	42.5	42.5	42.5
Cerdo	42.5	39.5	37.5	35.5
Harina de Quinua Roja	-	3	5	7
Sal común	1.50	1.50	1.50	1.50
Hielo	10	10	10	10
Ajo en Polvo	0.20	0.20	0.20	0.20
Fécula de Maíz	2	2	2	2
Comino	0.15	0.15	0.15	0.15
Pimienta	0.15	0.15	0.15	0.15
Azúcar	0.30	0.30	0.30	0.30
Orégano	0.30	0.30	0.30	0.30
Tripolifosfato de sodio	0.40	0.40	0.40	0.40
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Figura 1: Flujograma De Obtención Del Chorizo.



2.4. Análisis fisicoquímicos

Cada tratamiento se analizó por sextuplicado (n=6). En total se determinaron cuatro parámetros: pH, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite y contenido de cenizas. A continuación, se detalla cómo se hizo cada uno.

2.4.1. Determinación de pH

Para el pH se usó potenciometría directa, con un potenciómetro digital portátil (Hanna Instruments, modelo HI8424) que se calibró antes con soluciones tampón de pH 4,0 y 7,0. El procedimiento fue simple: se homogeneizaron 10 g de muestra en 90 mL de agua destilada hasta formar una suspensión uniforme, y ahí se introdujo el electrodo, esperando a que la lectura se estabilizara antes de anotarla. No es un dato menor, este parámetro termina condicionando la capacidad de retención de agua, la estabilidad de la emulsión, la vida útil e incluso la calidad sensorial del embutido (Bravo Aguilar et al., 2025).

2.4.2. Capacidad de retención de agua (CRA)

La Aquí se recurrió al método de centrifugación, que es, la verdad, uno de los más usados para saber qué tan bien retienen agua los embutidos de pescado en su matriz proteica (Medina & Pérez, 2021). Primero se preparó una solución salina de NaCl 0,6 M. Después se pesó 1 g de muestra de cada tratamiento (balanza OHAUS, serie Compass) en tubos ya identificados, y se les agregaron 6 mL de esa solución salina. Los tubos fueron a la centrífuga (FARLAB, modelo FL-12PLUS): 4000 rpm, 17 minutos (Jauregui, C. A. et al., 1981). Al terminar, se registró el peso inicial, antes de centrifugar, y el peso final del sedimento, una vez decantado el sobrenadante. Con esos dos valores se calculó el porcentaje de CRA, según la ecuación:

$$\%CRA = (P_f / P_i) \times 100$$

Donde: CRA = capacidad de retención de agua (%); Pi = peso inicial de la muestra antes de la centrifugación; Pf = peso final de la muestra después de la centrifugación.

Cuanto mayor sea esta capacidad, mejor: suele indicar que la red proteica se formó bien y que el sistema emulsificado es más estable, lo que a la larga se traduce en mejor textura, jugosidad y rendimiento (Medina & Pérez, 2021). Un dato interesante al respecto: en embutidos emulsificados, agregar harina de quinua elevó la CRA de 53,45 % hasta 82,56 %, y sin perjudicar la calidad sensorial (Dautova et al., 2024).

2.4.3. Capacidad de retención de aceite (OHC)

Para esto se siguió un protocolo parecido al de la CRA, solo que cambiando la solución salina por aceite vegetal. Se pesaron 0,25 g de muestra, se agregaron 10 mL de aceite vegetal y, tras dejar reposar la mezcla, se centrifugó bajo las mismas condiciones ya mencionadas. Al final se descartó el aceite sobrenadante y se pesó lo que quedó de sedimento. El cálculo del porcentaje siguió esta ecuación:

$$\%OHC = (P_f / P_i) \times 100$$

Donde: OHC = capacidad de retención de aceite (%); P_i = peso inicial de la muestra antes de la centrifugación; P_f = peso final de la muestra después de la centrifugación (Sanchez Aguilera et al., 2023).

En general, retener menos aceite suele considerarse positivo desde el punto de vista nutricional, de hecho, varios estudios muestran que agregar harina de quinua u otras fuentes de fibra reduce justamente eso, la retención de aceite, en productos cárnicos y de pescadío (Naghdi et al., 2025).

2.4.4. Determinación de ceniza

El contenido de cenizas se midió por el método gravimétrico de incineración, siguiendo el protocolo oficial AOAC 920.153 (Latimer, 2023). Se pesaron 2 g de muestra en crisoles previamente tarados; luego se carbonizó la materia orgánica y se incineró en una mufla (Thermo Scientific, serie Thermolyne) a 550 °C, hasta que el residuo alcanzó un peso constante y una coloración blanco-grisácea característica. El porcentaje final se obtuvo por diferencia de peso respecto a la muestra inicial.

2.2. Análisis sensorial

Para saber qué tan aceptable resultaba el producto, se armó un panel de 30 evaluadores semi-entrenados y se aplicó una prueba hedónica. Cada uno recibió las cuatro formulaciones, codificadas con números aleatorios de tres dígitos y en orden aleatorizado, junto con agua para limpiar el paladar entre muestra y muestra. Se evaluaron color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general, todo en una escala hedónica de 5 puntos (1 = me disgusta mucho; 5 = me gusta mucho) (Meilgaard et al., 2016). Todo esto se hizo bajo condiciones controladas, y por supuesto, cada participante firmó su consentimiento informado antes de empezar (World Medical Association, 2013).

Tabla 2: Escala hedónica de prueba afectiva.

Puntaje	Nivel de aceptación
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

2.3. Análisis estadístico

Los datos fisicoquímicos (pH, CRA, OHC y cenizas) pasaron por un ANOVA de un factor, bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones cada uno. Antes de correr el análisis, se comprobó que los residuos cumplieran normalidad (Shapiro-Wilk, $p > 0,05$ en todas las variables) y homogeneidad de varianzas (Levene, $p > 0,05$). Las diferencias entre tratamientos se evaluaron después con la prueba de Tukey (HSD) al 95 % de confianza. También se ajustaron modelos de regresión, tanto lineal como polinomial de segundo orden, relacionando cada variable con la concentración de harina de quinua roja. En cuanto a los datos sensoriales, obtenidos de los 30 panelistas en la escala de 5 puntos, se analizaron con la prueba no paramétrica de Friedman. Todo el procesamiento estadístico se hizo en Statgraphics Centurion XVI.II (Statgraphics Technologies, Inc., 2009) , fijando la significancia en 0,05.

3. Resultados y Discusión

3.1. Propiedades fisicoquímicas

Abajo se muestran los valores de pH, capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (OHC) y cenizas del chorizo de pescado, elaborado con distintas cantidades de harina de quinua roja.

Tabla 3: Parámetros fisicoquímicos del chorizo de pescado con diferentes concentraciones de harina de quinua roja.

Parámetro	T0 (0%)	T1 (3%)	T2 (5%)	T3 (7%)	Valor-P
pH	5,82±0,01 ^a	5,84±0,01 ^b	5,85±0,01 ^b	5,86±0,01 ^b	0,0004
CRA (%)	74,08±0,25 ^a	77,98±0,32 ^b	81,78±0,47 ^d	78,90±0,26 ^c	<0,001
OHC (%)	116,62±0,52 ^a	125,92±0,43 ^b	138,88±0,51 ^d	134,98±0,29 ^c	<0,001
Cenizas (%)	2,21±0,02 ^a	2,35±0,02 ^b	2,46±0,03 ^c	2,63±0,02 ^d	<0,001

Media ± desviación estándar (n=6). Letras distintas en superíndice dentro de una fila indican diferencias significativas (Tukey, $p<0,05$). CRA: capacidad de retención de agua; OHC: capacidad de retención de aceite.

3.1.1. pH

El pH del chorizo presento diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0004$), el pH pasó de 5,82 en el control (T0) a 5,86 en T3 (Tabla 3). Sin embargo, la variación fue mínima, ya que todos los tratamientos quedaron en un rango bien cerrado (5,82–5,86), dentro de lo esperable para este tipo de embutido. Sí, la regresión lineal mostró una tendencia al alza conforme se añadía más quinua, aunque con un ajuste que no fue muy fuerte ($R^2=0,57$; Figura 3). Puede que esto tenga que ver con los minerales de la quinua, que suelen afectar el equilibrio ácido-base del sistema (Campos-Rodriguez et al., 2022). Y técnicamente hablando, mantener el pH en ese rango ayuda a retener agua y a que la emulsión sea más estable, algo que, al final, repercute en la calidad del producto (Puolanne et al., 2001).

Gráfico del Modelo Ajustado

$$PH = 5.82026 + 0.00537383 \cdot TRATAMIENTO\ PH$$

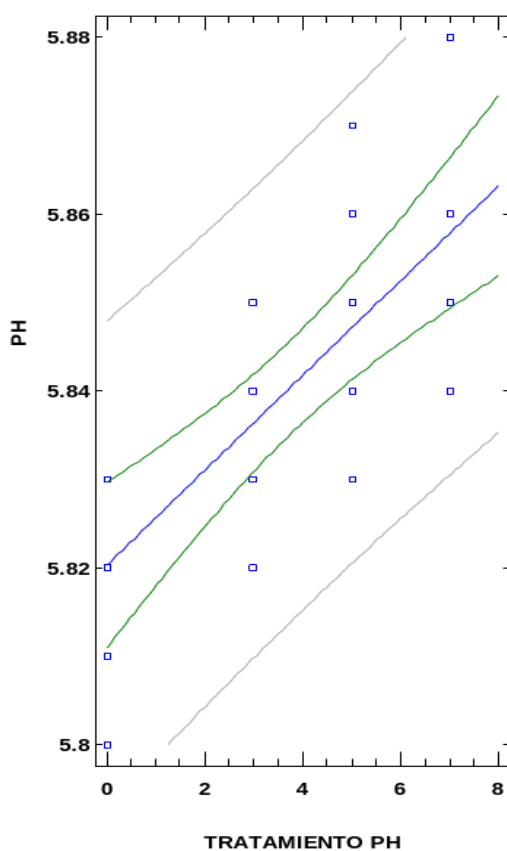


Figura 2. pH por tratamiento (Tukey, $p < 0,05$). Diferencias significativas, pero de magnitud mínima.

Medias y 95.0% de Tukey HSD

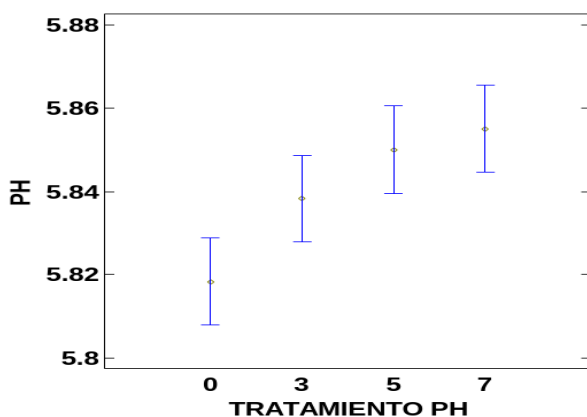


Figura 3. pH en función de la concentración de quinua roja. Modelo lineal ($R^2=0,57$).

3.1.2. Capacidad de retención de agua (CRA)

Las diferencias aquí fueron bastante marcadas ($p < 0,001$). Los valores subieron poco a poco: 74,08 % en el control (T0), hasta llegar a un pico de 81,78 % en T2 (5 %), y después cayeron a 78,90 % en T3 (7 %) (Tabla 3). Los cuatro tratamientos resultaron diferentes entre sí (Tukey, $p < 0,05$; Figura 5). Eso deja algo claro: la cantidad de quinua roja sí influyó, y bastante, en este parámetro. El modelo de regresión cuadrático describió adecuadamente este comportamiento ($R^2 = 0,86$), con un óptimo teórico en 5,11 % de harina de quinua roja (Figura 4), valor muy próximo al máximo experimental observado en T2.

El incremento de la capacidad de retención de agua podría atribuirse al contenido de fibra, el almidón y las proteínas de la quinua, que tienen grupos hidrofílicos capaces de "atrapar" agua y darle más estabilidad a la matriz proteica (Öztürk-Kerimoğlu et al., 2020). Hasta concentraciones cercanas al 5 %, estos componentes favorecerían la formación de una red proteica más estable, mejorando la retención de agua; no obstante, a niveles superiores (7 %), el exceso de fibra podría interferir en la continuidad de la matriz cárnica y reducir la disponibilidad de agua libre. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Dautova et al. (2024) quienes observaron que la incorporación de harina de quinua en embutidos emulsionados subía la CRA sin dañar lo sensorial. Y en términos prácticos, más CRA equivale a más jugosidad, mejor textura y mejor rendimiento de cocción.

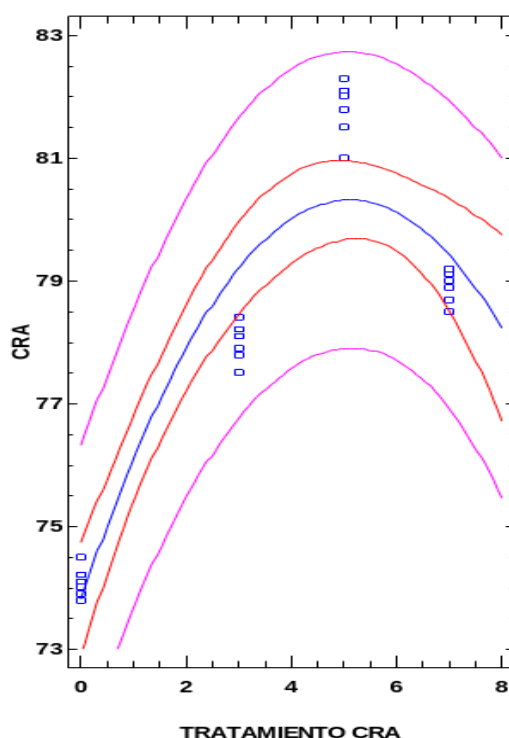


Figura 4. Capacidad de retención de agua (CRA) en función de la concentración de quinua roja. Modelo cuadrático ($R^2=0,86$); óptimo en 5,11 %.

Medias y 95.0% de Tukey HSD

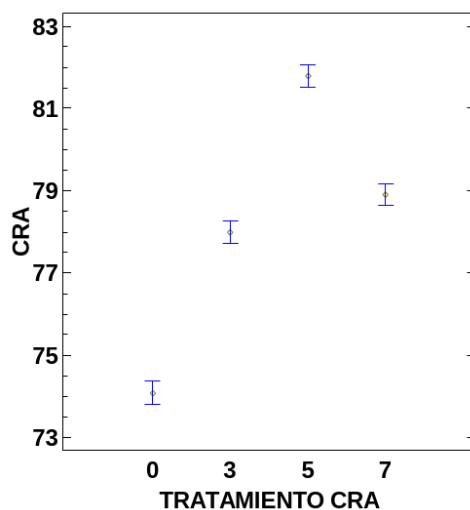


Figura 5. CRA por tratamiento (Tukey, letras distintas = diferencias significativas, $p<0,05$).

3.1.3. Capacidad de retención de aceite (OHC)

También hubo diferencias claras entre tratamientos ($p < 0,001$). La OHC subió de 116,62 % (control, T0) a un máximo de 138,88 % en T2 (5 %), bajando un poco después a 134,98 % en T3 (7 %) (Tabla 3). Otra vez, los cuatro tratamientos fueron distintos entre sí (Tukey, $p < 0,05$; Figura 7), confirmando que la quinua roja tuvo su efecto sobre este parámetro también. El modelo cuadrático explicó bien la relación ($R^2 = 0,88$; Figura 6), con un vértice teórico en 7,19 %, aunque el máximo experimental se observó en T2.

Este aumento probablemente viene de la fibra y las proteínas de la quinua: sus cadenas atraparían y sostendrían mejor los glóbulos de grasa dentro del embutido, dándole más estabilidad a la emulsión (Öztürk-Kerimoğlu et al., 2020). Y una buena OHC, en la práctica, significa menos pérdida de grasa al cocinar, más jugosidad y más cohesión en el producto. Esto va de la mano con lo que vieron Momchilova et al. (2023) quienes emplearon harina de quinua como ligante en embutidos cocidos con menos grasa animal. De forma similar, Dautova et al. (2024) observaron que la incorporación de harina de quinua mejoraba tanto la CRA como la estabilidad de la emulsión, otra prueba más de que funciona como ingrediente funcional.

Gráfica del Modelo Ajustado

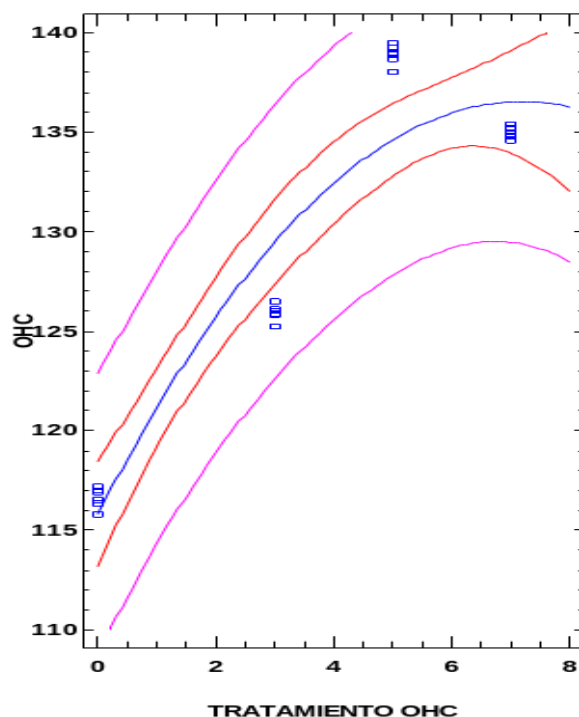


Figura 6. Capacidad de retención de aceite (OHC) en función de la concentración de quinua roja. Modelo cuadrático ($R^2=0,88$).

Medias y 95.0% de Tukey HSD

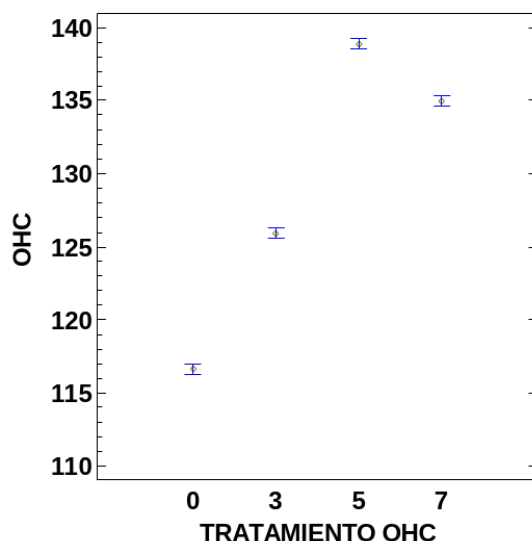


Figura 7. OHC por tratamiento (Tukey, $p<0,05$).

3.1.4. Contenido de cenizas

Las cenizas también variaron de forma significativa entre tratamientos ($p < 0,001$), subiendo poco a poco de 2,21 % en el control (T0) a 2,63 % en T3 (7 %) (Tabla 3). Los cuatro tratamientos, otra vez, resultaron distintos (Tukey, $p < 0,05$; Figura 9). Y el ajuste lineal fue casi perfecto ($R^2 = 0,96$; Figura 8), señal de que hay una relación bien directa entre cuánta quinua se añade y cuánto mineral termina en el producto.

Este incremento se atribuye a la riqueza mineral de la quinua, que aporta elementos como potasio, magnesio, fósforo, calcio y hierro (Campos-Rodriguez et al., 2022). Entonces, mientras más quinua entra en la formulación, más mineral total hay, y eso se ve reflejado directo en las cenizas. Esto coincide con Dautova et al. (2024) y Pellegrini et al. (2018), quienes reportaron que la adición de harina de quinua sube las cenizas y mejora el perfil nutricional del embutido. Nutricionalmente hablando, esto es una ventaja bastante clara, mejora el valor inorgánico del producto sin tocar negativamente ni lo tecnológico ni lo sensorial.

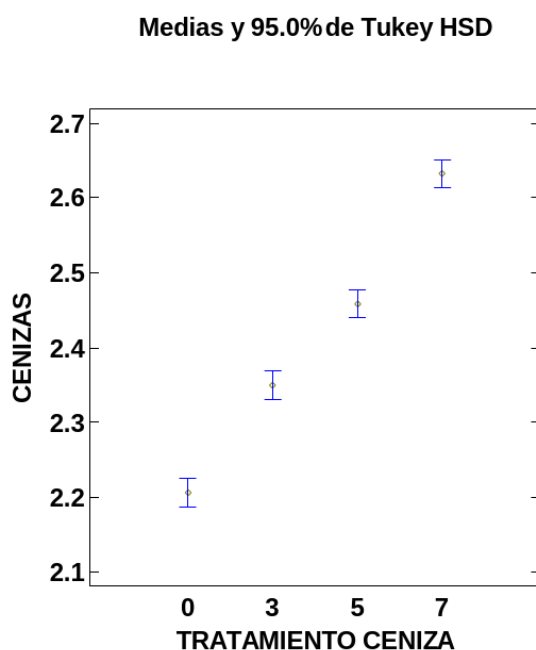


Figura 8. Contenido de cenizas en función de la concentración de quinua roja. Modelo lineal ($R^2 = 0,96$).

Gráfico del Modelo Ajustado
CENIZAS = 2.18866 + 0.0595794*TRATAMIENTO CENIZA

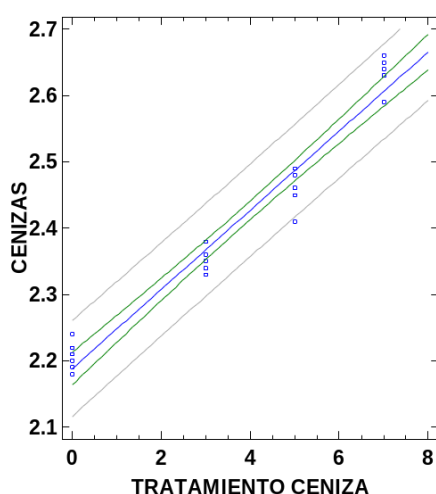


Figura 9. Cenizas por tratamiento (Tukey, $p < 0,05$).

Tabla 4: Modelos de regresión de los parámetros fisicoquímicos del chorizo de pescado en función de la concentración de harina de quinua roja.

Variable	Ecuación de regresión	R ²	Óptimo
pH	$\text{pH} = 5,820 + 0,00537 \cdot x$	0,57	creciente
CRA	$\text{CRA} = 73,80 + 2,550 \cdot x - 0,2496 \cdot x^2$	0,86	5,11 %
OHC	$\text{OHC} = 115,80 + 5,763 \cdot x - 0,4006 \cdot x^2$	0,88	7,19 %
Cenizas	$\text{Cenizas} = 2,189 + 0,0596 \cdot x$	0,96	creciente

El óptimo de CRA y OHC corresponde al vértice del modelo cuadrático. El máximo experimental observado se ubicó en T2 (5 %).

3.2. Análisis sensorial

El análisis sensorial no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en ninguno de los atributos (Friedman, $p > 0,05$): color ($p = 0,967$), olor ($p = 0,764$), sabor ($p = 0,221$), textura ($p = 0,916$) y aceptabilidad general ($p = 0,971$) (Tabla 5; Figura 10). En todos los casos, las puntuaciones se mantuvieron en torno a 4 puntos en la escala hedónica de 5 puntos, lo que corresponde al nivel "me gusta", incluso en el tratamiento con mayor concentración de harina de quinua roja (T3, 7 %).

Estos resultados indican que la incorporación de harina de quinua roja, hasta ese 7 %, no le hizo daño a la percepción sensorial del chorizo. La aceptación se mantuvo pareja en todos los tratamientos. Y es un hallazgo que cobra más sentido si se cruza con los resultados fisicoquímicos, porque muestra que sí se puede mejorar la parte tecnológica y mineral del producto sin sacrificar cómo lo perciben los consumidores. Esto va en línea con Dautova et al. (2024) quienes señalaron que la adición de harina de quinua en embutidos no comprometió los atributos sensoriales, y con Hleap-Zapata et al. (2020) quienes elaboraron salchichas de pescado (tilapia roja) con fibra de quinua sin notar cambios. De igual manera, Baioumy et al. (2018), por su parte, incluso reportaron mejoras sensoriales con quinua en productos cárnicos, sin diferencias frente al control.

Tabla 5: Efecto de la adición de harina de quinua roja sobre la aceptabilidad sensorial del chorizo de pescado.

Atributo	T0 (0%)	T1 (3%)	T2 (5%)	T3 (7%)	Valor-P
Color	4,00±0,69	4,00±0,79	4,00±0,74	3,97±0,67	0,967
Olor	3,87±0,90	4,07±0,69	3,93±0,69	3,87±1,04	0,764
Sabor	4,33±0,84	4,37±0,76	4,03±0,85	4,07±1,14	0,221
Textura	4,03±0,67	4,00±0,87	4,03±0,81	3,87±1,01	0,916
Aceptabilidad general	4,20±0,71	4,20±0,61	4,17±0,70	4,07±0,87	0,971

Media ± desviación estándar (n=30; escala hedónica de 5 puntos). Valor-P de la prueba de Friedman. Sin diferencias significativas en ningún atributo ($p>0,05$); no se aplicó post-hoc.

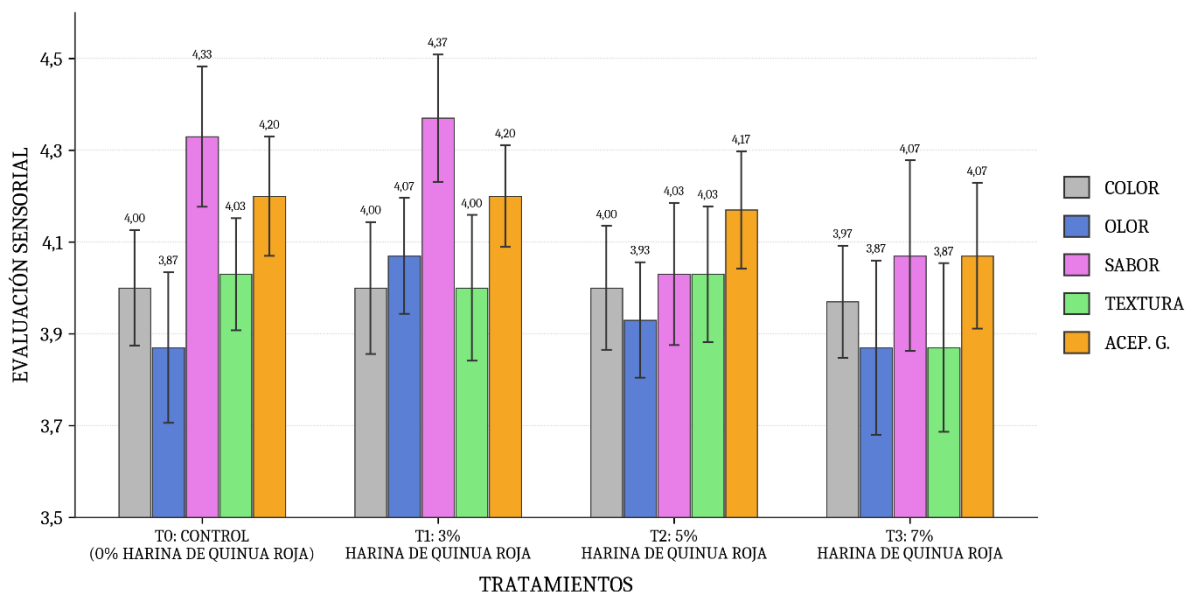


Figura 10. Perfil sensorial del chorizo de pescado con diferentes concentraciones de harina de quinua roja (T0–T3), evaluado por 30 panelistas en escala hedónica de 5 puntos. Las barras de error representan la desviación estándar. ACEP. G. = aceptabilidad general. No se observaron diferencias significativas en ningún atributo (Friedman, $p>0,05$).

Participación de los autores

Autor	Participación
Renato Padilla Palomino	22 %
Jesús Hernández Fuentes	20 %
Ronaldo Rojas Chirinos	15 %
Nestor Tasaico Valdivia	15 %
Luz De la Cruz Quispe	14 %
Leonardo Antaya Saavedra	14 %
Total	100

4. Conclusión

La incorporación de harina de quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd.) cambió, de forma significativa, las propiedades fisicoquímicas del chorizo elaborado con bonito y cerdo. El pH subió, de forma estadísticamente significativa, pero mínima, quedándose siempre dentro de lo esperado para embutidos cárnicos. Tanto la capacidad de retención de agua como la de aceite se comportaron de forma cuadrática, con sus picos en el tratamiento de 5 % (T2): 81,78 % y 138,88 %, respectivamente. Las cenizas,

en cambio, subieron de forma lineal, proporcional a cuánta quinua se agregaba ($R^2=0,96$), algo que confirma que el producto se enriqueció mineralmente.

En cuanto a lo sensorial, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en ningún atributo, color, olor, sabor, textura, aceptabilidad general, lo que quiere decir que agregar quinua roja, incluso hasta un 7 %, no afectó cómo el consumidor percibía el producto.

En conjunto, los resultados permiten concluir que el tratamiento con 5 % de harina de quinua roja (T2) constituye la formulación óptima, ya que maximiza la capacidad de retención de agua y de aceite, incrementa el aporte mineral y conserva una elevada aceptabilidad sensorial. De esta manera, la harina de quinua roja funciona como un ingrediente funcional bastante viable para mejorar la calidad fisicoquímica y nutricional de chorizos de pescado, sin perder calidad sensorial, y se perfila como una alternativa interesante para aprovechar mejor el bonito y diversificar los productos cárnicos de valor agregado.

5. Referencias Bibliográficas

- Baioumy, A. A., Bobreneva, I. V., Tvorogova, A. A., & Shobanova, T. V. (2018). Possibility of using quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) in meat products and its impact on nutritional and organoleptic characteristics. *Bioscience Research*, 15(4), 3307–3315.
- Baune, M.-C., Broucke, K., Ebert, S., Gibis, M., Weiss, J., Enneking, U., Profeta, A., Terjung, N., & Heinz, V. (2023). Meat hybrids—An assessment of sensorial aspects, consumer acceptance, and nutritional properties. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1101479. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1101479>
- Bravo Aguilar, M. S., Sarmiento Ruiz, D. C., & Neira Silva, J. P. (2025). Uso de Plasma Sanguíneo Porcino en Productos Cárnicos Emulsificados Cocido para Mejorar la Retención de Agua. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 6(1), 2081-2097. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i1.500>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of

grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>

Chuapoehuk, P., Raksakulthai, N., & Worawattanamateekul, W. (2001). PROCESS DEVELOPMENT OF FISH SAUSAGE. *International Journal of Food Properties*, 4(3), 523-529. <https://doi.org/10.1081/JFP-100108653>

Dautova, A., Amirkhanov, K., Baytukenova, S., Nurymkhan, G., Assirzhanova, Z., Atambayeva, Z., Baytukenova, S., Ashakayeva, R., & Kambayeva, A. (2024). Enhancing emulsified sausages: A comprehensive study of the nutritional, sensory, and sustainability advantages of quinoa flour incorporation. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2426612. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2426612>

FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>

Fernández-López, J., Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Ballester-Sánchez, J., Haros, C. M., Martínez-Mayoral, A., & Pérez-Álvarez, J. A. (2020). Chemical and technological properties of bologna-type sausages with added black quinoa wet-milling coproducts as binder replacer. *Food Chemistry*, 310, 125936. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125936>

Hleap-Zapata, J. I., Rodríguez-de-la-Pava, G., & Dussan-Sarria, S. (2020). Efecto de la sustitución de grasas en salchichas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) por una mezcla de piel de cerdo y fibra de quinoa. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1), e1149. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1149>

Inguglia, E. S., Song, Z., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G., & Hamill, R. M. (2023). Addressing Clean Label Trends in Commercial Meat Processing: Strategies, Challenges and Insights from Consumer Perspectives. *Foods*, 12(10), 2062. <https://doi.org/10.3390/foods12102062>

Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2024). *Informe sobre el desarrollo de la pesquería de bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) durante el 2023, situación*

actual y perspectivas de explotación para el 2024. Instituto del Mar del Perú (IMARPE). <https://www.gob.pe/institucion/imarpe/informes-publicaciones/5133561>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s. f.). *CONOCIENDO ICA*. Biblioteca INEI. Recuperado 30 de junio de 2026, de <https://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/est/lib0270/cap-2.htm>

Jauregui, C. A., Regenstein, J. M., & Baker, R. C. (1981). A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *Journal of Food Science*, 46(4), 1271-1273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb03038.x>

Latimer, G. W. (Ed.). (2023). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22.^a ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>

Medina, J. R., & Pérez, G. A. (2021). Evaluación fisicoquímica y de propiedades funcionales del concentrado de proteínas de pescado de río en función del pH del proceso. *Nexo Revista Científica*, 34(02), 608-615. <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i02.11546>

Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2016). *Sensory evaluation techniques* (Fifth edition). CRC Press, Taylor & Francis Group, CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an Informa business.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2025). *Consumo de carne de cerdo podría alcanzar las 220 mil toneladas al cierre del 2025*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1311265>

Momchilova, M. M., Gradinarska-Ivanova, D., & Valkova-Yorgova, K. (2023). Effect of functional ingredients and vegetable oils on the technological properties and microstructure of emulsified cooked sausages. *Food Science and Applied Biotechnology*, 6(1), 13. <https://doi.org/10.30721/fsab2023.v6.i1.214>

- Montero-Barrantes, M. (2021). Hidrolizados proteicos a partir de subproductos de la industria pesquera: Obtención y funcionalidad. *Agronomía Mesoamericana*, 681-699. <https://doi.org/10.15517/am.v32i2.41437>
- Naghdi, S., Rezaei, M., Kashiri, M., Rezaei, F., Naseri, S., Nourani, H., & Khakpour, Z. (2025). Development and Evaluation of Low-Fat Fish and Chicken Nuggets Fortified With Date Seed Powder and Quinoa Flour as Agricultural Dietary Fiber Sources. *Food Science & Nutrition*, 13(4), e4749. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4749>
- Öztürk-Kerimoğlu, B., Kavuşan, H. S., Tabak, D., & Serdaroglu, M. (2020). Formulating Reduced-fat Sausages with Quinoa or Teff Flours: Effects on Emulsion Characteristics and Product Quality. *Food Science of Animal Resources*, 40(5), 710-721. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e46>
- Pedrali, D., Giupponi, L., De la Peña-Armada, R., Villanueva-Suárez, M. J., & Mateos-Aparicio, I. (2023). The quinoa variety influences the nutritional and antioxidant profile rather than the geographic factors. *Food Chemistry*, 402, 133531. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133531>
- Pellegrini, M., Lucas-González, R., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2018). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) paste as partial fat replacer in the development of reduced fat cooked meat product type pâté: Effect on quality and safety. *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 1079–1088. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1525433>
- Puolanne, E. J., Ruusunen, M. H., & Vainionpää, J. I. (2001). Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*, 58(1), 1-7. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00123-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00123-6)
- Salinas, D., Salazar, D., Gallegos, L., Moreno, M., Sánchez-Moreno, H., & Pérez, L. (2024). Undervalued tuna meat (*Thunus obesus* and *Katsuwonus pelamis lineaus*) to develop sausages. *Vitae*, 31(1). <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v31n1a352254>

- Sánchez-Aguilera, D. D., Santacruz-Terán, S. G., Aguayo-Pino, D. R., Revilla-Escobar, K. Y., Carrillo-Pisco, M. L., & Aldas-Morejón, J. P. (2023). Caracterización fisicoquímica de fréjol canario (*Vigna unguiculata*) y chocho guaranguito (*Lupinus mutabilis*) y su incidencia en la funcionalidad de harinas. *Revista Bases de la Ciencia*, 8(1), 38–50. <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i1.5452>
- Statgraphics Technologies, Inc. (2009). *Statgraphics Centurion XVI.II* [Software]. Statgraphics Technologies, Inc. <https://www.statgraphics.com>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

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 **Renato Padilla Palomino, Ronaldo Rojas Chirinos, Jesús Hernández Fuentes, Nestor Tasaico Valdivia, Luz De la cruz Quispe, Leonardo Antaya Saavedra**



[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.