



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE AGROINDUSTRIA

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE  
NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO  
(*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA ( *Chenopodium quinua  
willdenow* ) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingenieros Agroindustriales

**Autores:**

Flores Freire Cristina Anahí

Ramirez Quishpe Elvis Danilo

**Tutor:**

Moreano Terán Nancy Fabiola

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Flores Freire Cristina Anahí, con cédula de ciudadanía No. 0504461997 y Ramirez Quishpe Elvis Danilo, con cédula de ciudadanía No. 1751805498, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA ( *Chenopodium quinua willdenow* ) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”** siendo la Ingeniera Mg. Nancy Fabiola Moreano Terán, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Cristina Anahí Flores Freire  
C.C: 050441997  
**ESTUDIANTE**

Elvis Danilo Ramirez Quishpe  
C.C: 1751805498  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **FLORES FREIRE CRISTINA ANAHÍ**, identificada con cédula de ciudadanía **0504461997** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA ( *Chenopodium quinua willdenow* ) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ingeniera. Mg. Nancy Fabiola Moreano Terán

Tema: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua willdenow*) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial **CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de febrero del 2026.

Cristina Anahí Flores Freire  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **RAMIREZ QUISHPE ELVIS DANILO**, identificado con cédula de ciudadanía 1751805498 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua willdenow*) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ingeniera Mg. Nancy Fabiola Moreano Terán

Tema: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua willdenow*) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

1. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
2. La publicación del trabajo de grado.
3. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
4. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial. **CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título

gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de febrero del 2026.

Elvis Danilo Ramirez Quishpe  
**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua willdenow*) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”**, de Flores Freire Cristina Anahí y Ramirez Quishpe Elvis Danilo, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Ing. Nancy Fabiola Moreano Terán Mg.  
C.C: 0503352122  
**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Flores Freire Cristina Anahí y Ramirez Quishpe Elvis Danilo con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willdenow*) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*)”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Ing. Edwin Fabian Cerda Andino, Mg.  
C.C: 0501369805  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Mg.  
C.C: 0501864854  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Ing. Renato Agustín Romero Corral , Mg.  
C.C: 1717122483  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de formarme académicamente dentro de un entorno de excelencia y compromiso a la educación y las experiencias adquiridas en esta noble institución.*

*A mi tutora, Ing. Nancy Moreano, por su invaluable orientación y apoyo durante la elaboración de esta tesis. A su compromiso, sus observaciones y su constante motivación han sido esencial para llevara a cabo este trabajo.*

*A mi papá, Carlos Flores por la ayuda incondicional que siempre me ha dado durante toda esta etapa universitaria. A mi hermano Alex por siempre alentarme y escucharme. Gracias por todo los quiero mucho.*

***Cristina Anahí Flores Freire***

## **AGRADECIMIENTO**

*Expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, proporcionándome los conocimientos científicos, técnicos y humanos necesarios para culminar esta etapa académica.*

*A mi tutora de tesis, Ing. Nancy Moreano, por su guía constante, paciencia y orientación académica durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Su experiencia, compromiso y apoyo fueron fundamentales para el cumplimiento de los objetivos planteados y para fortalecer mi formación profesional.*

*Por último, quiero agradecer a mi madre, Sra Consuelo Quishpe quien ha sido un pilar fundamental en mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, motivación y confianza en cada paso que doy. Este logro también le pertenece, sé que sin su esfuerzo, sacrificio y respaldo no habría sido posible alcanzar esta meta.*

***Elvis Danilo Ramirez Quishpe***

## **DEDICATORIA**

*En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por permitirme salud y vida por haber llegado a este punto de mi trabajo de titulación, y poderlo dedicar a mi querida y amada abuelita Isabel Calero en el cielo, que gracias a su cariño inmenso y creer siempre en mí fueron el motivo de superarme cada día más.*

*A mi papá, Carlos Flores, mis tíos Marco Flores y Natalia Hermosilla por ser los pilares fundamentales en mi crecimiento y desarrollo como persona y haberme compartido su sabiduría, carácter y fortaleza para enfrentar desafíos de la vida con optimismo.*

*A mi hermano Alex, por siempre brindarme su apoyo incondicional sobre todo sus consejos en todo momento.*

*A mi perrita Odette por su compañía incondicional, su cariño sincero y por ser un refugio de alegría en los momentos de cansancio y estrés. Tu presencia me recordó el valor de la paciencia, la perseverancia y el amor en cada etapa de este camino.*

***Cristina Anahí Flores Freire***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este logro, a mi madre, Sra Consuelo Quishpe por ser mi ejemplo de fortaleza, amor y sacrificio. Gracias por cada palabra de aliento y creer en mi incluso cuando yo dudaba, este triunfo también es tuyo.*

*A mi abuelita, Carmen Loachamin, que hoy vive en mi memoria y corazón. Aunque su partida dejó un vacío imposible de llenar sus consejos y enseñanzas siguen guiando mis pasos. Este trabajo es un homenaje a su legado y todo lo que represento en mi vida.*

*A mi perrita, mi compañera fiel, que con su presencia me brinda alivio en los momentos difíciles con un amor sincero y lealtad.*

*Y mi mismo, por no rendirme, por levantarme en los días difíciles y tener la valentía de seguir adelante pese a los obstáculos. Este logro representa la perseverancia, esfuerzo y determinación aprendida para alcanzar mis sueños*

***Elvis Danilo Ramirez Quishpe***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE NUGGETS DE POLLO ELABORADOS CON HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinua willdenow*) Y HARINA DE MAÍZ (*Zea mays*)**

Flores Freire Cristina Anahí  
Ramirez Quishpe Elvis Danilo

**RESUMEN**

El presente estudio, tuvo como objetivo evaluar las propiedades funcionales de nuggets de pollo elaborados con harinas de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de quinua (*Chenopodium quinua willdenow*) y harina de maíz (*Zea mays*), materias primas de origen andino reconocidas por su alto contenido proteico, fibra dietética. Para ello, se empleó un diseño experimental de mezclas simplex centroide con 10 corridas experimentales más 1 testigo, considerando como variables independientes las proporciones de las harinas con límites de 20, 40 y 60g y como variables de respuesta propiedades funcionales como: capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de absorción de aceite (CAA) y análisis de perfil de textura (APT): dureza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad. Finalmente, su aceptabilidad sensorial considerando atributos de color, olor, sabor y textura para identificar el mejor tratamiento.

Los resultados evidenciaron como mejor tratamiento al  $t_7$  (mezcla estabilizante) con 33,33% de harina chocho, 33,33% de harina de quinua y 33,33% de harina de maíz, influyó significativamente en las propiedades funcionales, mejorando la CRA con 65,60%, CAA con 19,83%, dureza con 9,10 N, cohesividad con 0,56, elasticidad con 7,27mm y masticabilidad con 32,88mJ sin afectar negativa la aceptabilidad sensorial. Asimismo, el tratamiento seleccionado evidencio modificaciones relevantes en los parámetros bromatológicos superiores al tratamiento de control en humedad total, materia seca, proteína, fibra, grasa, ceniza y materia orgánica. Además, el análisis microbiológico en su mayoría presento ausencia de *Aerobios mésofilos*, *E. coli*, *Staphylococcus* y *Salmonella* cumpliendo con la norma NTE INEN 1529-13 para productos cárnicos procesados, demostrando su inocuidad, calidad y viabilidad del estudio.

**Palabras clave:** Nuggets de pollo, propiedades funcionales, diseño de mezclas simplex centroide, análisis sensorial.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: EVALUATION OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF CHICKEN NUGGETS MADE WITH CHOCHO FLOUR (*Lupinus mutabilis*), QUINOA FLOUR (*Chenopodium quinua willdenow*), AND CORN FLOUR (*Zea mays*)**

**Authors:**

Flores Freire Cristina Anahí  
Ramirez Quishpe Elvis Danilo

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the functional properties of chicken nuggets made with lupin flour (*Lupinus mutabilis*), quinoa flour (*Chenopodium quinua willdenow*), and corn flour (*Zea mays*), raw materials of Andean origin recognized for their high protein and dietary fiber content. To this end, a simplex centroid experimental design was used with 10 experimental runs plus 1 control, considering as independent variables the proportions of the flours with limits of 20, 40 and 60 g and as response variables functional properties such as: water retention capacity (WRC), oil absorption capacity (OAC), and texture profile analysis (TPA): hardness, cohesiveness, elasticity, and chewiness, Finally, sensory acceptability was considered, taking into account attributes such as color, smell, taste, and texture to identify the best treatment.

The results showed that the best treatment was  $t_7$  (stabilizing mixture) with 33,33% lupin flour, 33,33% quinoa flour, and 33,33% corn flour, which significantly influenced the functional properties, improving CRA by 65,60%, CAA by 19,83%, hardness by 9,10 N, cohesiveness by 0,56, elasticity by 7,27 mm, and chewability by 32,88 mJ without negatively affecting sensory acceptability, Likewise, the selected treatment showed relevant modifications in the bromatological parameters superior to the control treatment in total moisture, dry matter, protein, fiber, fat, ash, and organic matter. In addition, the microbiological analysis showed a mostly complete absence of mesophilic aerobes, *E. coli*, *Staphylococcus*, and *Salmonella*, complying with the NTE INEN 1529-13 standard for processed meat products, demonstrating the safety, quality, and viability of the study.

**Keywords:** Chicken nuggets, functional properties, centroid simplex mixture design, sensory analysis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	viii
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	ix
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	x
<i>DEDICATORIA</i> .....	xi
<i>DEDICATORIA</i> .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
1. DATOS GENERALES .....	2
2. DISEÑO DEL INFORME.....	3
2.1. Planteamiento del problema.....	3
2.2. Formulación del problema .....	4
2.3. Objetivos.....	5
2.3.1. Objetivo general .....	5
2.3.2. Objetivos específicos.....	5
2.4. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados. ....	6
2.5. MARCO TEÓRICO O MARCO REFERENCIAL.....	8
2.5.1. Marco Teórico .....	8
2.5.2 Antecedentes.....	8
2.5.3. Carne de Pollo .....	9
2.5.4. Nuggets de pollo.....	10

2.5.5.	Cloruro de sodio .....	11
2.5.6.	Fosfatos alimentarios .....	11
2.5.7.	Condimentos y especias .....	12
2.5.8.	Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	12
2.5.9.	Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa willdenow</i> ) .....	14
2.5.10.	Maíz ( <i>Zea Mayz</i> ) .....	16
2.5.11.	Propiedades Funcionales.....	17
2.5.12.	Métodos y Tiempos de cocción .....	18
2.5.13.	Análisis bromatológicos .....	19
2.5.14.	Análisis microbiológicos .....	20
2.6.	METODOLOGÍA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	21
2.6.1.	Tipos de investigación .....	21
2.6.2.	Materiales, equipos, insumos y reactivos .....	23
2.6.3.	Metodología para la obtención de la harina de Chocho .....	24
2.6.4.	Metodología de obtención de la Harina de Quinoa .....	26
2.6.5.	Metodología para la elaboración de nuggets de pollo .....	28
2.6.6.	Metodología para evaluación de propiedad funcionales. ....	32
2.6.8.	Metodología para análisis microbiológicos.....	37
2.7.	HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS.....	37
2.7.1.	Hipótesis Nula ( $H_0$ ).....	37
2.7.2.	Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): .....	37
2.7.3.	Validación de la hipótesis.....	37
2.8.	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	38
2.9.	METODO DE COCCION .....	40
2.10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41

2.10.1.	Análisis de la determinación de las propiedades funcionales en los tratamientos obtenidos en las formulaciones con la incorporación de harinas de chocho, quinua y maíz.	41
2.10.3.	Evaluar la aceptabilidad sensorial de los nuggets de pollo elaborados mediante un panel sensorial. ....	61
2.10.4.	Identificación del mejor tratamiento.....	70
2.10.5.	Analizar parámetros bromatológicos y microbiológicos del mejor tratamiento	72
2.11.	Balance de Materia.....	75
2.11.1.	.Balance de materia en la elaboración del nugget de pollo .....	75
3.	IMPACTOS.....	76
3.1.	Técnico. ....	77
3.2.	Social. ....	77
3.3.	Económico. ....	77
3.4.	Ambiental. ....	78
4.	RECURSOS Y PRESUPUESTO. ....	78
4.1.	Presupuesto sobre el mejor tratamiento.....	80
5.	CONCLUSIONES.....	81
6.	RECOMENDACIONES .....	82
7.	BIBLIOGRAFÍAS.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cuadro de actividades.....	6
<b>Tabla 2</b> Composición Nutricional de Pollo .....	10
<b>Tabla 3</b> Taxonómica del Chocho .....	12
<b>Tabla 4</b> Composición Nutricional.....	13
<b>Tabla 5</b> Clasificación Taxonómica .....	14
<b>Tabla 6</b> Composición Nutricional.....	15
<b>Tabla 7</b> Clasificación Taxonómica .....	16
<b>Tabla 8</b> Composición Nutricional.....	16
<b>Tabla 9</b> Ficha Sensorial .....	34
<b>Tabla 10</b> Requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados.....	37
<b>Tabla 11</b> Límites del experimento .....	38
<b>Tabla 12</b> Operacionalización de variables .....	38
<b>Tabla 13</b> Formulación base.....	39
<b>Tabla 14</b> Porcentaje por tratamiento empleado. ....	39
<b>Tabla 15</b> Cantidad en gramos por tratamiento.....	40
<b>Tabla 16</b> Tiempo y temperatura para la fritura. ....	40
<b>Tabla 17</b> Resultados de Capacidad de Retención de Agua (CRA).....	41
<b>Tabla 18</b> Determinación de análisis de varianza de CRA. ....	42
<b>Tabla 19.</b> Resultados de Capacidad de Absorción de Aceite (CAA). ....	45
<b>Tabla 20</b> Determinación de análisis de varianza CAA.....	46
<b>Tabla 21</b> Resultados del análisis de textura (APT).....	48
<b>Tabla 22</b> Análisis de varianza para Dureza (proporciones del componente) .....	49
<b>Tabla 23</b> Prueba de Tukey para Dureza (APT) .....	50
<b>Tabla 24</b> Análisis de varianza para Cohesividad (proporciones del componente).....	51
<b>Tabla 25</b> Prueba de Tukey para Cohesividad (APT) .....	52
<b>Tabla 26</b> Análisis de varianza para Elasticidad (proporciones del componente).....	54
<b>Tabla 27</b> Prueba de Tukey para Elasticidad (APT) .....	55
<b>Tabla 28</b> Análisis de varianza para Masticabilidad (proporciones del componente).....	57
<b>Tabla 29</b> Prueba de Tukey para Masticabilidad (APT) .....	58
<b>Tabla 30</b> Identificación del mejor tratamiento: propiedades funcionales y análisis de perfil de textura .....	59
<b>Tabla 31</b> Mejor tratamiento de propiedades funcionales y perfil de textura .....	60

<b>Tabla 32</b> Análisis de Varianza de Color .....	61
<b>Tabla 33</b> Prueba de Tukey a los Tratamiento. ....	61
<b>Tabla 34</b> Análisis de Varianza de Olor.....	63
<b>Tabla 35</b> Prueba de Tukey de los Tratamientos.....	64
<b>Tabla 36</b> Análisis de Varianza de Sabor.....	65
<b>Tabla 37</b> Prueba de Tukey de los tratamientos .....	66
<b>Tabla 38</b> Análisis de Varianza de Textura.....	68
<b>Tabla 39.</b> Prueba de Tukey a los tratamientos .....	68
<b>Tabla 40</b> Identificación del mejor tratamiento.....	70
<b>Tabla 41</b> Identificación del mejor tratamiento.....	71
<b>Tabla 42</b> Resultados de parámetros bromatológicos .....	72
<b>Tabla 43</b> Resultados microbiológicos.....	74
<b>Tabla 44</b> Composición del mejor tratamiento .....	75
<b>Tabla 45</b> Presupuesto para la elaboración de proyecto.....	78
<b>Tabla 46</b> Presupuesto para la elaboración del tratamiento t_7 .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Recepción de materia prima.....	28
<b>Figura 2</b> Selección de materia prima.....	28
<b>Figura 3</b> Picado de materia prima.....	28
<b>Figura 4</b> Mezcla de ingredientes .....	29
<b>Figura 5</b> Enfriado de masa.....	29
<b>Figura 6</b> Cortado de nuggets.....	29
<b>Figura 7</b> Empanizado de Nuggets.....	30
<b>Figura 8</b> Fritura de Nuggets.....	30
<b>Figura 9</b> Nuggets en congelación .....	30
<b>Figura 10</b> Nuggets en fundas ziploc .....	30

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ec. 1</b> .....	32
<b>Ec. 2</b> .....	33
<b>Ec. 3</b> .....	34
<b>Ec. 4</b> .....	35
<b>Ec. 5</b> .....	35
<b>Ec. 6</b> .....	36
<b>Ec. 7</b> .....	36
<b>Ec. 8</b> .....	37

## INTRODUCCIÓN

La industria cárnica ha desarrollado una amplia variedad de productos procesados con el fin de satisfacer la demanda de alimentos prácticos, de fácil preparación y alta aceptación sensorial, entre los que se encuentran los nuggets de pollo destacándose por su consumo generalizado. Sin embargo, estos productos suelen elaborarse con formulaciones convencionales incluyendo ingredientes como harinas refinadas y aditivos generando un interés por reformulaciones mediante la incorporación de ingredientes con mayor valor funcional y nutricional sin afectar sus propiedades tecno-funcionales ni sensoriales (Jacobsen, 2011)

En este contexto, el uso de harinas diferentes a la harina de trigo representa una alternativa prometedora para mejorar la calidad de los productos cárnicos procesados. En particular materias primas como el chocho (*Lupinus mutabilis*), la quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y el maíz (*Zea mays*) que poseen un alto contenido de proteínas, fibra dietética y compuestos bioactivos. (Hinojosa et al., 2021). Diversos estudios han demostrado que la incorporación de harina de chocho y harina de maíz para productos cárnicos pueden mejorar su perfil nutricional y contribuir a la funcionalidad del sistema cárnico (Lawless & Heymann, 2013)

Sin embargo, la adición de harinas puede modificar las propiedades funcionales de la matriz cárnica, afectando parámetros como la Capacidad de Retención de Agua (CRA), Capacidad de Absorción de aceite (CAA) y Análisis de Perfil de Textura (APT), los cuales son determinantes para la calidad final del producto. Estas propiedades influyen directamente en el rendimiento durante la cocción, la estabilidad estructural, la jugosidad y la percepción sensorial del consumidor (Toldrá, 2022).

Por ello, resulta indispensable evaluar el efecto de las harinas de chocho, quinua y maíz en propiedades funcionales y texturales de los nuggets de pollo, mediante metodologías analíticas y diseños experimentales adecuados, que permitirán aportar información científica para el desarrollo de productos cárnicos innovadores, funcionales y promoviendo el aprovechamiento de materias primas locales en la industria alimentaria.

## 1. DATOS GENERALES

**Título de Proyecto de Investigación:** Evaluación de las propiedades funcionales de nuggets de pollo elaborados con harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de quinua (*Chenopodium quinua willdenow*) y harina de maíz (*Zea mays*).

**Fecha de inicio:** Octubre 2025

**Fecha de finalización:** Marzo 2026

**Lugar de ejecución:**

**Provincia:** Cotopaxi

**Cantón:** Latacunga

**Barrio:** Salache

**Institución:** Universidad Técnica De Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Agroindustria

**Equipo de Trabajo**

- Ing. Moreano Terán Nancy Fabiola
- Flores Freire Cristina Anahí
- Ramirez Quishpe Elvis Danilo

**Línea de investigación:** Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria

**Sub línea de investigación:** Generación de tecnologías para el desarrollo de productos agroindustriales.

## 2. DISEÑO DEL INFORME

### 2.1.Planteamiento del problema

En Ecuador, el consumo promedio de carne de pollo es de 30,4 kg anual lo que necesariamente constituye una de las principales fuentes de proteína animal, alcanzando un promedio que ocupa un lugar predominante en la alimentación. Este elevado consumo se debe a su bajo costo, su alta aceptación en distintos sectores de la población convirtiéndose en una alternativa más accesible frente a otras carnes rojas(Chávez & Pozo, 2022).

La formulación tradicional de nuggets de pollo emplea principalmente carne de pechuga mezclada con harina de trigo como aglutinante y fuente de carbohidratos. Este crecimiento ha impulsado la industrialización de productos derivados, entre ellos los nuggets de pollo, que se han consolidado como una opción de consumo rápido y de amplia aceptación, especialmente entre niños y jóvenes. Sin embargo, los nuggets que se comercializan actualmente en supermercados se caracterizan por ser alimentos ultra procesados con alto contenido de grasas saturadas, sodio y aditivos, lo que contribuye al incremento de enfermedades crónicas no transmisibles como obesidad, hipertensión y complicaciones cardiovasculares (Shewry & Hey, 2022).

Existen harinas alternativas de origen andino, como la harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y harina de maíz (*Zea mays*), que destacan por su alto valor nutricional y funcional. El chocho contiene hasta un (51%) de proteínas, además de lípidos insaturados con (18% - 22%) en el cual predomina el ácido oleico con (40,40%), el linoleico con (37,10%) y el linolénico con un ( 2,90 %) y fibra dietética del chocho varía entre fibra insoluble con (8% - 12%) y fibra soluble con (2% - 5%), lo que le confiere propiedades tecno-funcionales como emulsificación con un valor de 55,1 g de aceite emulsionado/g de harina y retención de agua de 1,2 g de agua/g de harina(Aguilar, 2023).

Además, el chocho (*Lupinus mutabilis*), al ser uno de los alimentos locales de mayor producción en la región andina, registró una tasa de consumo del 14,3%, considerada como un nivel de consumo muy bajo. Este resultado pone en evidencia una marcada diferencia entre su disponibilidad productiva y su incorporación en la dieta habitual de la población. Entre los factores que podrían explicar esta situación se encuentran la limitada difusión de sus beneficios nutricionales, las barreras culturales en los hábitos alimentarios, y las dificultades asociadas a su procesamiento y comercialización a nivel industrial(Rojas et al., 2025)

La quinua, por su parte, es un pseudocereal rico en aminoácidos esenciales como Isoleucina, Leucina, Lisina, Tirosina, Cistina y Metionina al igual que minerales como el hierro, fosforo, calcio, potasio y ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico (50,2% - 56,1 %) y oleico (22,0% - 24,5%), con una notable capacidad de absorción de agua y aceite, lo que la convierte en un ingrediente atractivo para la industria alimentaria(Dakhili et al., 2019)

A pesar, de su alto valor nutricional y ser reconocido como un cultivo ancestral andino, el consumo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en Ecuador es reducido, aproximadamente de 0,3 a 0,5 kg por persona al año. Diversos estudios nacionales señalan que la mayor parte de la producción se destina a la exportación a países como Perú o Bolivia, mientras que, el consumo interno es muy bajo puesto que la quinua no forma parte esencial de la dieta cotidiana. (Hinojosa et al., 2021)

El maíz es un cereal que es cultivado ampliamente por el mundo y utilizado en distintas formas, estos granos son la materia prima principal al igual que contienen una fuente de carbohidratos de 74,26g, fibra bruta de 7,3g, vitaminas como B1, B5 y B9, minerales como magnesio (Mg), fósforo (P) (Chiriboga, 2024).

En Ecuador, la desnutrición constituye un problema de alta relevancia afectando a diversas regiones especialmente a niños de entre 0 y 5 años de edad, que se origina por una alimentación inadecuada provocando la deficiencia de nutrientes esenciales perturbando al desarrollo físico y cognitivo. En Cotopaxi la situación es crítica, ya que, los índices desnutrición en niños y niñas de cero a cuatro años alcanza un (64%) que supera el promedio provincial estimado de (43%)(Cueva & Gancino, 2017).

De acuerdo con el estudio del Ministerio de Economía e Inclusión Social, los cantones más afectados por la desnutrición son Pujilí, Saquisilí y Sigchos con los mayores índices, así mismo, en Latacunga se registran parroquias con niveles alarmantes como Poaló con (68%), Toacaso (67%) y Belisario Quevedo (67%). Las parroquias rurales restantes del cantón oscilan entre 61 y 66% que evidencia la magnitud del problema en el territorio.(Chicaiza & Otacoma, 2021).

## **2.2.Formulación del problema**

¿La elaboración y formulación de nuggets de pollo con incorporación de harina de chocho, quinua y maíz influye en las propiedades funcionales, bromatológicas y microbiológicas?

## **2.3.Objetivos**

### **2.3.1. Objetivo general**

Evaluar las propiedades funcionales de nuggets de pollo elaborados con harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de quinua (*Chenopodium quinua willdenow*) y harina de maíz (*Zea mays*).

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar diferentes formulaciones de nuggets de pollo incorporando harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz.
- Determinar las propiedades funcionales de las distintas formulaciones en tratamiento.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial de los nuggets de pollo elaborados mediante una escala hedónica.
- Analizar parámetros bromatológicos y microbiológicos del mejor tratamiento.

## 2.4.Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.

*Tabla 1. Cuadro de actividades*

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado esperado
1. Desarrollar diferentes formulaciones de nuggets de pollo incorporando harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz.	Formular los tratamientos para la elaboración de nuggets de pollo incorporando las distintas harinas.	Incorporación de harinas Formulación en base al diseño experimental de mezclas simplex centroide. (Altamirano, 2022) % harina en tratamiento Métodos de cocción Tiempo de cocción	En las tablas 13 y 14, se presenta la formulación utilizada para nuggets y el porcentaje empleado de cada una de las harinas.
2.Determinar las propiedades funcionales de los distintos tratamientos.	Elaborar los Nuggets con los porcentajes correspondientes.  Evaluar propiedades funcionales de todos los tratamientos.  Aplicación de diseño experimental.	Aplicación del diseño experimental. Propiedades Funcionales. -Capacidad de retención de agua (CRA) (Jurado & Insuasty, 2021) - Absorción de aceite. método de centrifugación (Bautista & Franco-Crespo, 2020) - Análisis de perfil de textura( texturómetro) (Flores & Suárez, 2022)	En las tablas 20, 22 y 24, se presentan los resultados de cada una de las propiedades funcionales.  Mejor tratamiento determinado a partir de los análisis funcionales.

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado esperado
3. Evaluar la aceptabilidad sensorial de los nuggets de pollo.	Realizar pruebas sensoriales con panel semi entrenado.	Aplicación del diseño experimental para determinar el mejor tratamiento. Evaluación sensorial escala hedónica Color Sabor Textura Olor	Los análisis sensoriales de los nuggets de pollo se muestran en las tablas 36, 38, 40 y 42.  Mejor tratamiento determinado a partir de los análisis sensoriales.
4. Analizar parámetros bromatológicos y microbiológicos del mejor tratamiento.	Realizar análisis bromatológicos y microbiológicos  Comparar resultados con la unidad de control	Análisis bromatológico Según norma -Humedad NTE INEN ISO-1442:2013. -Proteína NTE INEN 781 1985-05. -Carbohidratos NTE INEN 787:1985 -Grasa NTE INEN 778 1985-05 -Fibra Método Ácido Básico – NTE INEN 522-2012 -Cenizas NTE INEN 786 1985-05  Análisis microbiológico. NTE INEN 1338:2012 Aerobios Mesófilos Staphylococcus aureus Salmonella E. coli	El análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento se presentan en las tablas 45 y 46

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

## 2.5. MARCO TEÓRICO O MARCO REFERENCIAL

### 2.5.1. Marco Teórico

#### 2.5.2 Antecedentes

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA, 2024) realizó un estudio basándose en información de la Departamento de Agricultura de los Estados Unidos sobre la producción de pollo desde el 2022 hasta el 2024, donde la carne de pollo es una de las más consumidas a nivel mundial, principalmente se encuentra Estados Unidos 20,4 %; Brasil 14,4%; China 14,3%; Unión Europea 10,7%; Rusia 4,7%; México 3,8 %; Tailandia con 3,3 % y el resto de países representan el 28,5%.

(Gunsha, 2020) determina en utilización de harina de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) como extensor cárnico en salchichas de pollo en donde se evaluó tres niveles de harina de chocho (1,5%; 3%; 4,5%) aplicando un DCA analizando que en la capacidad de retención de agua CRA 30,94%, en capacidad espumante CE diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) por igual, un rendimiento de 106,86%; el análisis sensorial no presentó diferencias significativas ( $P \geq 0,05$ ) y microbiológicos cantidades mínimas de UFC/g, dicha investigación permitió establecer al  $t_3$  (4,5%) como mejor tratamiento sin embargo la aceptabilidad sensorial fue para el  $t_1$  (1,5%) y  $t_2$  (3%), en los análisis microbiológicos mostraron niveles bajos de *E. Coli*, *Staphylococcus* y *Salmonella*, considerando así a la salchicha de pollo como un producto apto para consumo.

(Peña, et al., 2015) se enfocaron en el desarrollo de productos funcionales utilizando harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) en diferentes porcentajes (0 a 10%) analizando principalmente en capacidad de retención de agua (CRA) 1,46g (0,05) capacidad de retención de grasa (CRG) 0,41g (0,05), perfil de textura con significancia en (dureza, elasticidad, textura, sabor y jugosidad), composición proximal la humedad varió (62,09 hasta 74,10%), la grasa (8,1 hasta 12,2%), y la proteína (10,87 hasta 13,42%) y análisis de microorganismos *Mesófilos* y *Psicrófilos* obtuvieron conteos menores según NTE INEN 1338:2012 (INEN, 2012) a  $1,0 \times 10^6$  UFC/g, mientras que, en *Enterobacterias* fueron indetectables, obteniendo que los parámetros estudiados permiten la elaboración de un producto cárnico funcional.

(Dussán-Sarria et al., 2019) determinaron las propiedades funcionales, granulométricas y de color de la harina de quinua, el índice de absorción de agua (IAA) en la harina fue de  $2,35 \pm 0,10\%$ , humedad  $6,66 \pm 0,40\%$ , la retención de masa fue del 53,91% desde el tamiz #30 hasta el #80 y el 46,09% en el recolector final. Los bajos contenidos de humedad y diámetros

de partícula favorecen a la estabilidad permitiendo utilizar en la formulación de diversos alimentos como salchichas, masa y otros productos.

### **2.5.3. Carne de Pollo**

La carne de pollo está definida como el cuerpo de los animales des pues de ser sacrificado y desangrados sin cabeza, patas, riñones. En el pollo los ejemplares jóvenes contienen menor cantidad de grasa entre los cortes cárnicos, el mayor porcentaje de proteína se encuentra en el muslo. Además de un contenido de vitaminas entre las que destacan la vitamina B3, ácido fólico y niacina, en los minerales hierro y zinc que es menor en comparación a la carne roja (Gutarra & Auccapuella, 2023).

Entre los años 2020 y 2023, la producción de carne de pollo en el Ecuador se fortaleció como uno de los principales pilares del sector pecuario y de la seguridad alimentaria nacional. Conforme con datos estadísticos reportados por la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), en el año 2020 la producción nacional alcanzo aproximadamente 494,000 toneladas de carne de pollo a pesar de las limitaciones generadas por la pandemia de Covid-19 (CONAVE, 2021). Para el año 2022, estudios especializados del sector avícola ecuatoriano reportan una recuperación de la producción, alcanzando cerca de 495,000 toneladas de carne de pollo lo que presenta un incremento aproximado del 3,1% en comparación a años anteriores, investigaciones desarrolladas señalan que esta recuperación estuvo relacionada con la reactivación económica postpandemia y con la alta demanda de carne de pollo, debido a su menor precio, alta valor nutricional frente a otras carnes (Hidalgo et al., 2024)

#### **2.5.3.1. Grasa de pollo**

La grasa de pollo es un subproducto de la industria avícola que se emplea en la formulación de distintos alimentos debido a su capacidad para mejorar la textura y jugosidad de los productos cárnicos procesados, en elaboraciones como embutidos, hamburguesas, nuggets y productos reestructurados, la grasa contribuye a una sensación más suave en boca y reduce la dureza del producto final mejorando su aceptación sensorial por parte del consumidor (Peña-Saldarriaga et al., 2020).

La cantidad de grasa de pollo pueden variar significativamente dependiendo del corte consumido, lo que es realmente pequeña en partes magras de 2,80 gr en la pechuga cuando se trata de un animal entero, pero la mayor parte de grasa se encuentra en la piel que puede tener 48 gr de grasa. Debido a esto, los países desarrollados aconsejan en sus dietas el consumo de pollo y otros alimentos en lugar de consumir carnes de alto contenido de grasa (Gutarra & Auccapuella, 2023).

### 2.5.3.2. Composición Nutricional

El pollo es una de las carnes más consumidas en todo el mundo debido a su alto valor nutricional, bajo contenido de grasa que es su mayoría se concentra en la piel y está compuesta en su totalidad por ácidos grasos monoinsaturados. A diferencia de la carne de res o cerdo, el pollo presenta una digestibilidad superior aunque duplica el contenido de colesterol en comparación con otras carnes magras, en la tabla 2 se presenta su composición nutricional (J. González & Jarrín, 2024).

**Tabla 2** Composición Nutricional de Pollo

Parámetros	Composición %
Grasa	1.5 g
Proteína	24 g
Colesterol	70 mg
Vitaminas	C, B, B3
Minerales	Calcio
Energía	165 kcal

**Fuente:** (J. González & Jarrín, 2024)

### 2.5.4. Nuggets de pollo

Son un producto alimentario procesado que pertenece al grupo de productos cárnicos reestructurados y empanizados, se elaboran principalmente a partir de carne de pollo deshuesada y finamente picada, la cual se mezcla con otros ingredientes, se moldea en pequeñas porciones individuales se recubre con rebozado o pan rallado y finalmente se cuece por fritura antes de su comercialización. Los nuggets se caracterizan por su textura tierna en el interior y una superficie crocante proporcionada por el empanizado, así como por su sabor suave y aceptable para una amplia gama de consumidores (Toldrá, 2022). Además de carne de pechuga, industrialmente se pueden incluir otros componentes y aditivos tecnológicos para mejorar textura, sabor o rendimiento del producto, estos pueden ser almidones, proteínas vegetales, agua, sal y otros ingredientes funcionales (Muñoz-Roa et al., 2023).

#### 2.5.4.1. Origen del nugget

Este producto surgió la década de 1950 en Estados Unidos como una forma innovadora de procesar carne de pollo para consumo rápido y práctico con la primera formulación académica desarrollada por Robert Baker en la Universidad de Cornell, desde entonces su producción y consumo se han extendido a nivel mundial consolidándose como un alimento muy popular en la industria de productos listos para consumir y en el sector de comida rápida debido a su factibilidad de preparación y conveniencia. De este modo los nuggets de pollo representan una fusión entre innovación tecnológica en procesamiento de carne, cambios en la demanda de

alimentos, el impacto de tendencias socioeconómicas que favorecieron productos de proteína animal que fueran fáciles de preparar, almacenar y consumir (Abidin, 2021).

#### **2.5.4.2. Importancia nutricional**

Desde el punto de vista nutricional, los nuggets de pollo constituyen una fuente importante de proteínas de alto valor biológico, ya que la carne de pollo aporta aminoácidos esenciales necesarios para el crecimiento, mantenimiento y reparación de los tejidos corporales. En comparación con otras carnes rojas el pollo presenta un menor contenido de grasa total y de ácidos grasos saturados lo que favoreció su inclusión en dietas equilibradas cuando se consume en cantidades moderadas (Toldrá, 2022).

Los nuggets de pollo tradicionales suelen presentar limitaciones nutricionales asociadas al proceso de fritura y al uso de empanizados convencionales, como un elevado contenido de grasa, sodio y calorías. Estudios recientes señalan que la absorción de aceite durante la fritura profundo incrementa al valor energético del producto, lo cual ha motivado investigaciones orientadas a mejorar su perfil nutricional sin afectar su aceptación sensorial. (Vitrac et al., 2000)

#### **2.5.5. Cloruro de sodio**

Este componente cumple múltiples funciones tecnológicas: realza el sabor característico de la carne, mejora la textura al favorecer la solubilización de proteínas musculares, incrementa la capacidad de retención de agua y prolonga la vida útil al reducir la actividad acuosa (aw), lo que inhibe el desarrollo microbiano. (J. González & Jarrín, 2024)

El reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano utiliza criterios de concentración de sodio para clasificar productos entre bajo, medio o alto contenido de sal/sodio, útil para evaluar la adecuación del contenido de sal en productos como nuggets. Por ejemplo, se considera bajo contenido de sodio cuando está por debajo de ciertos valores (como  $\leq 120$  mg de sodio por 100g), con marcas que permitan comparar con reglamentos nacionales. (Paca, 2020)

#### **2.5.6. Fosfatos alimentarios**

Los fosfatos alimentarios son aditivos ampliamente utilizados en la industria cárnica por sus múltiples funciones tecnológicas. Estos compuestos, derivados del ácido fosfórico, actúan como mejoradores de textura al incrementar la retención de agua en la carne, lo que se traduce en productos más jugosos y tiernos. Además, estabilizan el color de los productos cárnicos al mantener la mioglobina en su forma reducida, prolongando así su vida útil. Su capacidad para modificar el pH y secuestrar iones metálicos también contribuye a prevenir la oxidación lipídica y proteica. Sin embargo, su uso está regulado por autoridades sanitarias, ya que un consumo

excesivo podría estar asociado con desequilibrios minerales y otros efectos en la salud (Younes et al., 2019).

La normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 2074 Regulación de aditivos alimentarios establece una lista positiva de aditivos permitidos para el uso en alimentos, basada en estándares internacionales y en criterios de inocuidad. Esta lista incluye diferentes tipos de fosfatos siempre que su uso sea tecnológicamente justificado, seguro para la salud y no induzca a error al consumidor (INEN, 2013)

**2.5.7. Condimentos y especias**

Las especias, hierbas aromáticas y los condimentos son productos que tienen un alto valor cultural y culinario en todas las cocinas del mundo que han jugado un papel importante a nivel social, político o comercial. Este estudio tiene como propósito reconocer las especias, hierbas y los condimentos que son utilizados en la gastronomía especialmente en platos típicos y populares tomando en cuenta las diversas formas de presentación como flores, hojas, semillas y raíces (Salazar- Duque, 2024).

**2.5.8. Chocho (*Lupinus mutabilis*)**

**2.5.8.1. Generalidades.**

El chocho cuyo nombre científico es *Lupinus mutabilis* es una planta perteneciente a la familia de las leguminosas el centro de su origen es Perú, Ecuador y Bolivia. Este grano contiene alto valor de proteína, carbono y fibra suele contener niveles bajos de grasa, vitaminas, minerales (Toapanta, 2023).

**2.5.8.2. Taxonomía del Chocho.**

En la tabla 3 se muestra la clasificación taxonómica del chocho (*Lupinus mutabilis*):

**Tabla 3 Taxonomía del Chocho**

	<b>Categoría</b>	<b>Tipo</b>	
<b>Fuente:</b> (Toapanta,	Reino	Vegetal	2023)
	Subreino	Fanerogamae	
	División	Espermatophitas	
	Clase	Dicotyledoneae	
	Orden	Rosales	
	Familia	Fabaceae	
	Subfamilia	Faboideae	
	Género	Lupinus	
	Especie	<i>Lupinus mutabilis</i>	

**2.5.8.3. Alcaloides en el Chocho.**

Los alcaloides presentes en el chocho (*Lupinus mutabilis*) influyen de manera significativamente en la elaboración de productos alimentarios, incluidos los nuggets de pollo, principalmente por su impacto en la inocuidad y en la calidad sensorial del producto. Estos

compuestos son responsables del sabor amargo característicos del chocho y, cuando se encuentran en concentraciones elevadas, pueden generar rechazo sensorial y representar un riesgo para la salud del consumidor, lo que limita su aplicación directa en las formulaciones cárnicas. (Villacrés, et al., 2009)

#### **2.5.8.4. Composición Nutricional.**

El chocho (*Lupinus mutabilis*) posee una elevada concentración de proteínas, destacando las globulinas y albúminas, las cuales contribuyen a su alto valor biológico. Además, contiene lípidos de excelente calidad nutricional, principalmente ácidos grasos insaturados, sin necesidad de someterse a procesos industriales complejos para su aprovechamiento (Sánchez, 2023). En la tabla 4 se presenta la composición nutricional del chocho.

**Tabla 4** Composición Nutricional

<b>Parámetros</b>	<b>Composición (%)</b>
Proteínas	56.40 g
Grasas	25.20 g
Fibra	2.50 g
Calcio	84.00 g
Carbohidratos	13.90 g
Hierro	2.4 ±0.05

**Fuente:** (Sánchez, 2023)

#### **2.5.8.5. Usos industriales en alimentos y bebidas**

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una valiosa leguminosa al ser económica y tener un buen sabor que podría usarse para aumentar el contenido proteico el mejoramiento del perfil de grasas y proteína de más de cincuenta productos frescos y procesados como los espaguetis, lasaña, pan ,hamburguesas. También se podría usarse en la preparación de la sustitución de carne, leche y yogur.(Carvajal, 2019)

En el pan sus factores reológicos muestran un aumento de proteínas de globulina del lupino y el aumento del contenido en la masa hasta un 25 % no afecto significativamente la consistencia de la masa en un estudio termo mecánico probablemente porque las proteínas de lupino enmascararon el efecto de la dilución del almidón. En espaguetis y pastas su evaluación instrumental mostro una relación inversa entre la cantidad de proteína aislada de lupino añadida y el tiempo de desarrollo de la masa. En productos cárnicos especialmente en Salchichas la adición de proteína aislada de lupino se basa en su alta capacidad de absorción de agua y su capacidad emulsionante lo que permite reemplazar una parte de la carne.(Carvajal, 2019)

## 2.5.9. Quinoa (*Chenopodium quinoa willdenow*)

### 2.5.9.1. Generalidades

La quinoa nombre científico es *Chenopodium quinoa willdenow* es un cultivo originario de América en la región andina considerada un cereal por su alto contenido proteico, un balance de aminoácidos esenciales, fibra, vitaminas lo que la convierte en un alimento funcional y de gran importancia en la seguridad alimentaria(Hinojosa et al., 2021).

### 2.5.9.2. Clasificación taxonómica

La quinoa es una planta considerada un pseudocereal por su alto contenido de almidón a continuación se presenta la siguiente tabla de la clasificación de la quinoa. En la tabla 5 se presenta la taxonomía de la quinoa.

**Tabla 5** Clasificación Taxonómica

<b>Categoría</b>	<b>Tipo</b>
Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Género	Chenopodium
Sección	Chenopodia
Subsección	Cellulata
Especie	Chenopodium quinoa W.

**Fuente:** (Orgaz, 2020)

### 2.5.9.3. Factores de Anti- nutrientes de la quinoa

La quinoa, al ser una planta que produce compuestos derivados de su metabolismo secundario que pueden resultar perjudiciales para la salud. Estos compuestos se conocen como "factores anti-nutricionales", este término es utilizado para describir sustancias presentes en muchos alimentos de origen vegetal que disminuyen su valor nutricional. Esto se debe a que interfieren con la digestión, absorción o aprovechamiento de los nutrientes(Blasco, 2022).

#### - La saponina en la quinoa

La saponina es un metabolito secundario que se encuentran generalmente en las plantas del género *Chenopodium* siendo el principal anti-nutrientes que poseen las plantas *C. quinoa* que le otorgan las características de amargor a sus granos que consiste en un amplio grupo de glucósidos ubicados en órganos como hojas, tallos y panoja(Zarate, 2016).

Se ha determinada que las saponinas pueden ser eficazmente eliminadas mediante un lavado, remojo o cocción, reduciendo la concentración de niveles seguros para el consumo humano, tanto así que en productos procesados cárnicos como nuggets, esta combinación de lavado previo y tratamientos térmicos durante la cocción favorece a minimizar el impacto sensorial y

nutricional permitiendo que se dé una incorporación sin afectar la aceptabilidad del producto final(Sharma et al., 2022).

#### - **Ácido Fítico**

El ácido fítico es un compuesto anti-nutriente que se encuentra en la quinua y otros granos, lo que puede reducir la biodisponibilidad de minerales esenciales como el hierro, el zinc y el calcio, formando complejos insolubles con ellos en el tracto digestivo. Si bien cumple las funciones importantes de la planta como el almacenamiento del fósforo, puede limitar la absorción de nutrientes de los alimentos en los humanos, especialmente basadas en dieta de cereales(Maldonado et al., 2023).

Sin embargo, el contenido de ácido fítico puede reducirse mediante, remojo y tratamientos térmicos procesos comúnmente empleados en la elaboración de productos alimenticios, en el caso de productos cárnicos enriquecidos con quinua estos tratamientos junto con la combinación de proteínas animales favorecen la mejora nutricional.(Alonso-Álvarez & Haros, 2025)

#### **2.5.9.4.Composición Nutricional**

Estudios recientes muestran que la quinua es un alimento completo debido al aporte nutricional lo que supera el requerimiento estándar y presenta compuestos de alto valor funcional como polifenoles, fitoesteroles y flavonoides al igual que aporta también los 3 macronutrientes carbohidratos, lípidos y proteínas en la tabla 6 se detallan los componentes(Vargas et al., 2019).

**Tabla 6** *Composición Nutricional*

<b>Parámetros</b>	<b>Composición %</b>
Proteínas	14,12 g
Carbohidratos	58 ±68 g
Lípidos	4,4 ± 14,5 g
Grasas	45 ± 65 g
Vitaminas	B ,C y E
Minerales	Fe, P, K, Ca

**Fuente:** (Zarate, 2016)

#### **2.5.9.5.Usos industriales en alimentos, bebidas**

La harina de quinua es un polvo obtenido de la molienda de los granos, es un pseudocereal andino que se ha reconocido como un superalimento debido a su perfil nutricional excepcional. En cuanto a los cereales tradicionales, la quinua carece de gluten naturalmente, es una buena fuente de proteínas completas, vitaminas, incluidas las vitaminas del grupo B y E, y minerales, como Fe, Mg y Zn. También contienen compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. (FAO, 2011)

La quinua ha incrementado el valor nutricional de los productos de la panificación se han realizados estudios donde se sustituye una parte de la harina de trigo por la harina de quinua han reportado formulaciones con un mayor porcentaje de aceptabilidad sensorial. En la industria suelen utilizarse como extensores que reemplacen la proteína cárnica como materias primas de fácil obtención generalmente las de origen vegetal ricas en proteínas y caracterizadas de tener propiedades funcionales como la capacidad de retención de agua, emulsificación de grasas(Forero et al., 2025).

### **2.5.10. Maíz (*Zea Mayz*)**

#### **2.5.10.1. Generalidades**

El maíz (*Zea mays L.*) es un cereal ampliamente cultivado en el mundo y considerado uno de los tres granos básicos junto con el trigo y el arroz. Es originario de América, donde ha sido cultivado desde tiempos precolombinos y constituye un alimento fundamental en la dieta de numerosos países latinoamericanos, incluido el Ecuador (Chiriboga, 2024)

#### **2.5.10.2. Taxonomía del maíz**

El maíz una gramínea originaria de América considerada uno de los cultivos más antiguos y de mayor importancia agrícola a nivel mundial, su diversidad adaptabilidad han permitido su expansión a casi todo el mundo a continuación en la tabla 7 se presenta la clasificación taxonómica del maíz.(Chiriboga, 2024)

**Tabla 7** Clasificación Taxonómica

<b>Categoría</b>	<b>Tipo</b>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays L</i>

**Fuente:** (Chiriboga, 2024)

#### **2.5.10.3. Composición Nutricional**

Componente principal, el maíz es una fuente esencial de energía, tiene índices de digestibilidad elevados; este abarca una parte llamada almidón resistente, que es una fibra dietética y favorece a la flora bacteriana intestinal, y también posee una gran cantidad de antioxidantes. Es importante destacar que el genotipo y la diversidad de especies de maíz tiene un impacto en las características funcionales, nutricionales y organolépticas de los alimentos provenientes de este cereal, en la tabla 8 se presenta su composición (Tobón et al., 2020).

**Tabla 8** Composición Nutricional

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>
Carbohidratos	74,2 g
Proteínas	9,4 g
Grasas totales	4,7 g
Fibra dietética	1 g
Fósforo (P)	210 mg
Zinc (Zn)	1.5 – 2.0 mg
Hierro (Fe)	2,7 mg
Vitaminas del complejo B	Tiamina, Niacina, Ácido fólico

**Fuente:** (Tobón et al., 2020)

#### **2.5.10.4. Usos industriales en alimentos y bebidas**

La harina de maíz se obtiene a partir de la molienda del grano seco de *Zea mays* L. y es un alimento considerado un producto super demandado por el mercado es uno de los productos de la industria harinera clasificado como producto para consumo humano. Es un polvo más o menos fino la cual puede ser integral que presenta una coloración amarilla la cual es utilizada para la elaboración de panes, tortillas, arepas, polentas y otros productos tradicionales. (Lalaleo & Quishpe, 2024)

En los jugos procesado le jarabe de maíz acuta como un edulcorante lo que proporciona una dulzura uniforme y mejorando la viscosidad, además de la capacidad hifroscópica ayuda a retener humedad y mantener una textura fluida, mientras que su estabilidad osmótica contribuye a prolongar la vida útil. En las galletas la presencia de azúcares reductores promueve la reacción de Maillard lo que genera el color dorado y su aroma característico durante el horneado, ya que estos mismos azúcares y almidones aportan la capacidad de retención de agua lo que evita el endurecimiento prematuro (Jhosi et al., 2022).

#### **2.5.11. Propiedades Funcionales**

En la alimentación y nutrición las propiedades funcionales hacen referencia aquellas características de los alimentos que indican su valor nutricional básico y donde ejercen efectos fisiológicos positivos en el organismo humano, esto nos trata decir que los productos con ingredientes bioactivos con efectos fisiológicos incluyendo así cereales enriquecidos jugos con antioxidantes. (Vinocunga & Jiménez, 2025)

##### **2.5.11.1. Capacidad de Retención de Agua (CRA)**

Es un parámetro que mide la habilidad del musculo para retener el agua libre por capilaridad y fuerzas de tensión, este parámetro este directamente relacionado con la jugosidad así cuando el

alimento tiene una alta CRA es jugoso. Particularmente importante en productos picados o molidos en los cuales se ha perdido la fibra muscular ya que no existen una retención física de agua libre (Fuentes López, 2024).

#### **2.5.11.2. Capacidad de Absorción de Aceite (CAA)**

La absorción de aceite influye directamente en el aumento de energía es una de las transformaciones más significativas relacionadas con el proceso de fritura, algunos factores relacionados con el proceso del alimento, como el contenido de agua, la microestructura de la corteza, el tiempo de fritura, la temperatura y la calidad del aceite pueden influir en la absorción de aceite ( Bouchon, 2009)

#### **2.5.11.3. Análisis de Perfil de Textura (ATP)**

El análisis de perfil de textura comprende las diversas técnicas que siguen el principio básico para medir la fuerza en función del tiempo o la distancia a medida a una sonda acoplada a un analizador de textura, esta sonda se desplaza a una velocidad definida ya sea comúnmente hacia arriba o hacia abajo y la fuerza de resistencia se mide durante la prueba (Ortiz, 2017).

### **2.5.12. Métodos y Tiempos de cocción**

La cocción de los nuggets de pollo es una etapa clave que determina su seguridad microbiológica, calidad sensorial y valor nutricional. Dependiendo del método de cocción, el producto final puede presentar diferencias significativas en textura, jugosidad, color, sabor y contenido de grasa.

#### **2.5.12.1. Fritura profunda**

La fritura profunda es el método más común para cocinar nuggets industrialmente consiste en sumergir los nuggets en aceite caliente a temperaturas que suelen oscilar entre 160 y 180 °C durante un tiempo específico, generalmente de 2 a 5 minutos dependiendo del tamaño y composición del producto.(Dash et al., 2022)

- Se desarrolla un color dorado intenso en la superficie por reacciones de Maillard y caramelización de azúcares y proteínas lo que aumenta la aceptabilidad.
- Se forma una corteza crujiente que protege la jugosidad del interior

### **2.5.12.2. Horneado**

El horneado es un método de cocción seco en hornos convencionales o de convección. Los nuggets se colocan en bandejas y se cocinan a temperaturas de 180-200°C durante 15-25 minutos, dependiendo del tamaño y el tipo de empanizado.(Abidin, 2021)

- Se reduce la absorción de grasa en comparación con la fritura, resultando en un producto más bajo en calorías y más saludables
- El color dorado se desarrolla de manera menos intensa que en fritura, pudiendo requerir pretratamientos de superficie para mejorar el aspecto visual.

### **2.5.12.3. Microondas**

La cocción en microondas utiliza radiación electromagnética para excitar moléculas de agua, generando calor interno y cocinando rápidamente los nuggets. Este método se utiliza principalmente para recalentamiento de productos precocidos.(Barbut, 2015)

- El tiempo de cocción es muy corto, conservando en gran medida nutrientes sensibles al calor
- No se desarrolla una corteza crujiente de manera natural, por lo que suele requerirse un recubrimiento especial o combinación con fritura/horneado.

## **2.5.13. Análisis bromatológicos**

El análisis bromatológico es un conjunto de métodos utilizados para determinar la composición química de los alimentos, permitiendo evaluar la calidad nutricional y funcional de los productos cárnicos como los nuggets de pollo, estos análisis permiten conocer la proporción de macronutrientes y otros componentes esenciales.(Barbut, 2015)

### **2.5.13.1. Humedad**

La humedad indica el contenido de agua presente en el producto es uno de los parámetros críticos porque afecta la jugosidad, textura, conservación y vida útil, un nugget con mayor contenido de humedad tienen a ser más jugosos, pero también más susceptibles a desarrollo microbiano.(Toldrá, 2022)

### **2.5.13.2. Proteína**

Determinan usualmente mediante el método de Kjeldahl, que mide el nitrógeno total y lo convierte a proteína mediante un factor de conversión, la proteína es un indicador de valor

nutritivo del nugget también influye en la textura y capacidad de retención de agua, la inclusión de harinas vegetales como chocho, quinua o maíz aumentar el contenido proteico total y mejora el perfil de aminoácidos(Muñoz-Roa et al., 2023).

#### **2.5.13.3. Grasa**

El contenido de grasa totales se determina mediante técnicas de extracción con disolventes, como el método Soxhlet, la grasa contribuye a la palatabilidad, color jugosidad y valor energético pero un exceso puede afectar negativamente la percepción de salud del producto.(Vitrac et al., 2000)

#### **2.5.13.4. Cenizas**

Las cenizas representan el contenido total de minerales del producto, obtenidas por incineración a altas temperaturas, son un indicador de la mineración total y de la presencia de elementos como sodio, potasio, calcio y fosforo.(Abidin, 2021)

#### **2.5.13.5. Carbohidratos**

Los carbohidratos en los nuggets de pollo no provienen principalmente de la carne sino de ingredientes añadidos durante la formulación, como harinas, almidones, pan rallado y otros agentes de recubrimiento o aglutinantes. La cantidad de carbohidratos en el producto final depende directamente de la proporción de empanizado y de ingredientes vegetales añadidos.(Arévalo Torres & Vásquez Cedeño, 2023)

#### **2.5.13.6. Fibra Dietética**

La fibra dietética es un componente o digerible de los alimentos que incluye polisacáridos vegetales, lignina y otros compuestos relacionados. Tradicionalmente, los nuggets de pollo carecen de fibra, pero en las formulaciones enriquecidas con harinas vegetales, la fibra se convierte en un elemento importante para mejorar la funcionalidad y el valor nutricional del producto.(Baba & Basri, 2024)

### **2.5.14. Análisis microbiológicos**

Los nuggets de pollo son productos cárnicos procesado que, por su alto contenido de agua y proteína, y por la manipulación durante su elaboración, presentan riesgo de contaminación microbiológica (Toldrá, 2022).

#### **2.5.14.1. Mesófilos Aerobios**

Es una prueba microbiológica más utilizada en nuggets de pollo, se determina la cantidad total de bacterias aerobias que pueden crecer a temperaturas mesófilas, generalmente entre 30 y 37°C, esta prueba es fundamental para evaluar la carga microbiana general del producto lo que permite detectar posibles fallos en la higiene durante el procesamiento o almacenamiento.(El-Sohaimy et al., 2022)

#### **2.5.14.2. Coliformes Totales y Fecales**

Permite evaluar la presencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Los coliformes totales reflejan las condiciones generales de higiene del proceso de elaboración mientras que los coliformes fecales como *Escherichia coli*, pueden señalar contaminación directa por materia fecal.(Barbut, 2015)

#### **2.5.14.3. Salmonella spp.**

Presenta grave riesgo para la salud humana y su presencia en alimentos listos para consumo es inaceptable. La metodología implica un enriquecimiento selectivo seguido de siembra en medios como Hektoen agar, con posterior confirmación mediante pruebas bioquímicas. (Shaji et al., 2023)

#### **2.5.14.4. Staphylococcus aureus**

Esta bacteria puede producir toxinas termorresistentes capaces de causar intoxicación alimentaria, incluso si la bacteria es eliminada por calor. La prueba se realiza sembrando la muestra en Baird-Parker agar, con posterior confirmación bioquímica, los niveles aceptables de *S. aureus* no deben superar  $10^2$  UFC/g según los estándares de inocuidad.(Torky et al., 2023)

## **2.6. METODOLOGÍA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.6.1. Tipos de investigación**

#### **2.6.1.1. Investigación bibliográfica**

Para formulación de nuggets de pollo enriquecidos con harinas de chocho (*Lupinus mutabilis*), quinua (*Chenopodium quinua willdenow*) y harina de maíz (*Zea mays*). Esta revisión permitió identificar criterios técnicos establecidos por diversos autores, orientados a mejorar el perfil proteico, funcional y sensorial del producto, garantizando así una alternativa alimentaria.

### **2.6.1.2. Investigación experimental**

Se utilizó un diseño de mezclas simplex centroide, para ello se evaluarán 3 ingredientes, que representaron las variables independientes: harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz, siendo las variables dependientes (respuesta): Capacidad de Retención de Agua (CRA), Capacidad de Absorción de Aceite (CAA) y Análisis de Perfil de textura (APT).

### **2.6.1.3. Investigación descriptiva**

Se aplicó esta investigación con el objetivo de analizar si la incorporación de harina de trigo por harinas de chocho (*Lupinus mutabilis*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*) influye en las propiedades funcionales (capacidad de retención de agua, absorción de aceite y análisis de perfil de textura). Esta metodología permitirá describir y comparar los efectos que generan dichas harinas en la textura del producto final.

Para la evaluación de aceptabilidad sensorial se utilizó una escala hedónica por aceptabilidad, analizando si las harinas influyeron en el color, olor, sabor y textura de los nuggets de pollo, estableciendo así su viabilidad como ingredientes funcionales en la formulación de alimentos cárnicos procesados.

### **2.6.1.4. Investigación explorativa**

- Estudiar la influencia de la incorporación de harinas vegetales como la harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), la harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y harina de maíz (*Zea mays*), en las propiedades funcionales de nuggets de pollo.
- Analizar si la incorporación de las harinas afecta en la aceptabilidad de los consumidores
- Explorar la viabilidad del desarrollo de nuggets de pollo con harina de chocho, quinua y maíz

### **2.6.1.5. Técnica de investigación**

- La técnica de investigación para este proyecto se basa en el estudio de la influencia de la harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz en la elaboración de nuggets de pollo y como afectan significativamente los diferentes porcentajes de las mismas en la medición de las propiedades funcionales.
- Se inició por la investigación bibliográfica para establecer una formulación base para las harinas de chocho, quinua y maíz, en cantidades iguales a la harina de trigo utilizada, junto con pruebas piloto para establecer los límites mínimos, medios y máximos para las harinas garantizando una adherencia estable.
- Posteriormente, se empleó un diseño de mezclas simplex centroide en el programa estadístico Minitab Statistical Software 21.2 para establecer las corridas del estudio, en porcentajes y gramos respectivamente.

- Una vez elaborados los nuggets y obtenidos los resultados de las propiedades funcionales se ingresaron en el mismo programa estadístico para así elegir el tratamiento que presente mejores resultados sobre las propiedades funcionales estudiadas: retención de humedad, absorción de aceite y perfil de textura.
- Seguidamente, se realizó un análisis sensorial con un panel semi entrenado para determinar el nivel de aceptación.
- Finalmente, se analizaron las características microbiológicas y bromatológicas.

#### ***2.6.1.6. Instrumento de Investigación***

**Encuesta:** es una técnica que se utilizó en conjunto de procedimientos de investigación mediante los cuales se recogieron y analizaron los datos de las características organolépticas (color, olor, sabor y textura) de una muestra para cada caso de los nuggets de pollo.

#### **2.6.2. Materiales, equipos, insumos y reactivos**

Para la elaboración de Nuggets de pollos se utilizó los siguientes materiales.

##### ***Materia prima***

Carne de pollo  
 Harina de Chocho  
 Harina de Quinoa  
 Harina de Maíz

##### ***Ingredientes***

Sal  
 Grasa de cerdo  
 Apanadura  
 Huevos  
 Condimentos  
 Hielo  
 Harina de Trigo  
 Azúcar

##### ***Materiales***

Tablas de picar  
 Papel film  
 Cuchillos de acero inoxidable  
 Ollas de acero inoxidable  
 Bandejas de acero inoxidable  
 Paleta de acero inoxidable

Bowls de acero inoxidable

Moldes de acero inoxidable

### ***Equipos***

Moledora de Carne/Marca: TORO REY, Ponencia:2,2 kwO3(Hp)W

Cutter/ Marca: Ramon AK (Barcelona España), Ponencia: 2,2 kw, 220V

Balanza analítica/ Marca:CAMRY, Capacidad:660 LB, 110V

Máquina de Hielo/Marca: ICE CRUSHER CE,Capacidad: 2,5 Kg,110-220V

Empacadora al vacío/Marca: KOMETVACUBOY, 220 V

Termómetro digital de bolsillo/Marca: Genérica, Capacidad -50°C -300°C

Refrigeradora/Capacidad: 17.0 pies cúbicos. Color: blanco, 1 puerta

Cocina industrial/ acero inoxidable/ 120x75x 45 cm

### ***Reactivos***

Fosfatos alimentarios

Mejorador Cárnico

## **2.6.3. Metodología para la obtención de la harina de Chocho**

### ***2.6.3.1.Método de deshidratación***

En el proceso de obtención de la harina de chocho se tomará las referencias del método utilizado por (Panchi & Peralta, 2024) a lo que primero se acondicionará el grano de chocho por deshidratación con una temperatura de 75 °C durante un periodo de 8 horas.

### **Recepción de la materia prima**

Se seleccionará los granos de chocho en buen estado, calidad y apariencia, se eliminarán agentes contaminantes físicos como: piedras, restos de cáscaras.

### **Deshidratación del grano**

Una vez receptada la materia prima se realizará un secado del grano de chocho a temperatura ambiente en bandejas de acero inoxidable para luego iniciar el proceso de deshidratación. El proceso de deshidratación del grano de chocho tendrá una duración de 8 h a una temperatura de 75°C

### **Molienda**

Los granos deshidratados se llevarán a un molino eléctrico para su transformación en harina.

### Tamizado

En esta operación se realizará con la finalidad de separar las partículas grandes y pequeñas hasta obtener partículas muy finas de harina con un tamiz 80 (180  $\mu\text{m}$ ).

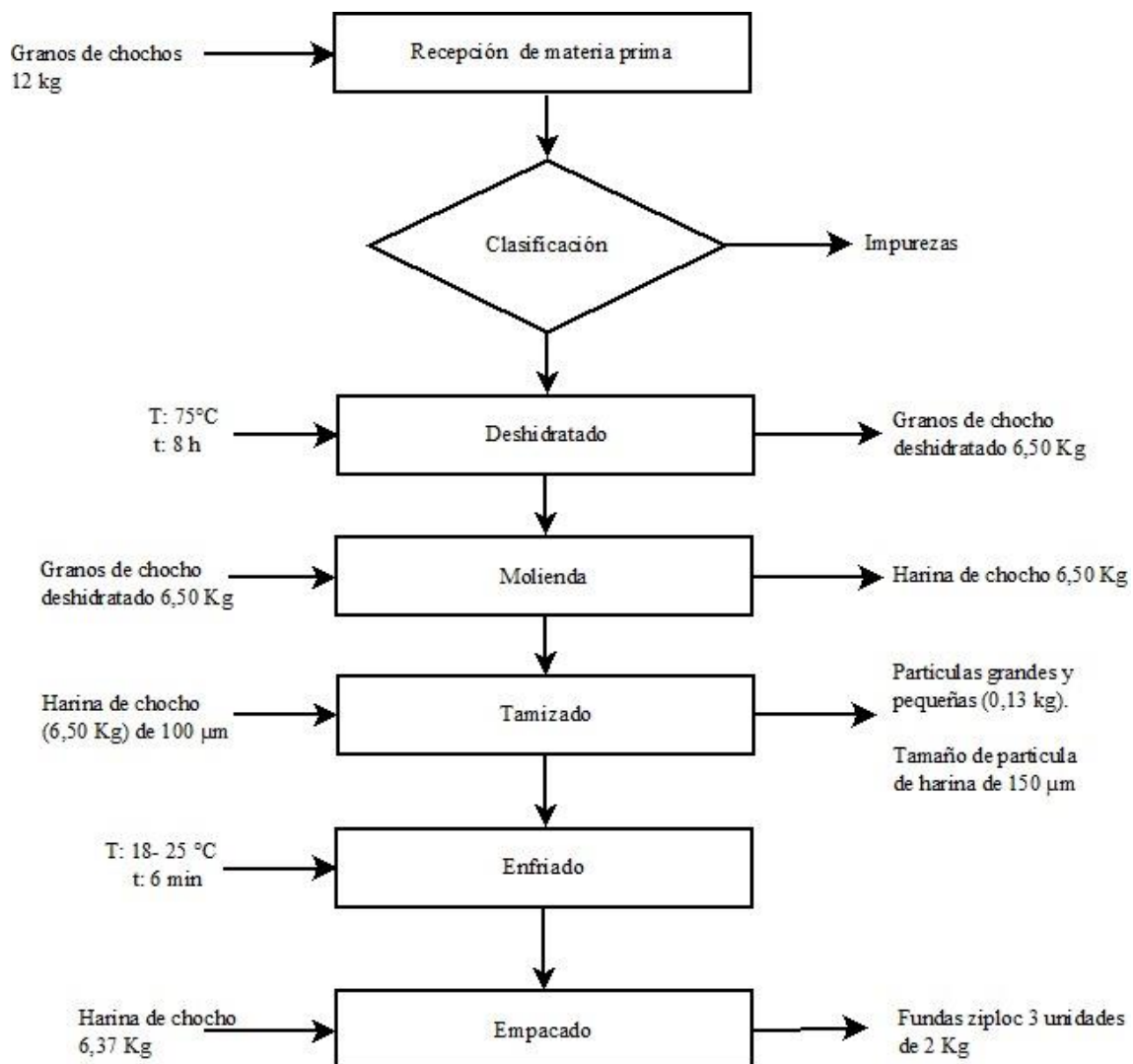
### Enfriado

Se ejecutará durante 30 min hasta obtener una temperatura de 18-25  $^{\circ}\text{C}$  para su empaque y almacenamiento. Evitando así el daño en las propiedades de la harina.

### Empacado

Una vez que se obtenga la harina de chocho se empacará en fundas ziploc con cierre hermético un contenido de 1 kg para posterior uso.

#### 2.6.3.2. Diagrama de flujo de la obtención de harina chocho



Fuente: (Panchi & Peralta, 2024)

## 2.6.4. Metodología de obtención de la Harina de Quinua

### 2.6.4.1. Método de precocción

De acuerdo con la metodología de (Pantja-Tirado et al., 2020) el proceso de obtención de harina de quinua inicio con limpieza y clasificación del grano para eliminar impurezas, seguido de un desamargado mediante lavado para remover las saponinas con intervalos de temperatura de 50-60 °C durante un período de 4-6 horas.

**Recepción de la Materia Prima:** El proceso inicio con la recepción de 6 kg de granos de quinua. Esta es la materia prima fundamental para la producción de la harina.

**Proceso de Limpieza:** Los granos de quinua fueron sometidos a una limpieza para eliminar impurezas como piedras, palos, vidrios, metales y cualquier otro tipo de basura o material extraño que pueda haber sido recolectado junto con el grano.

**Proceso de Desamargado:** Este proceso es esencial ya que la quinua contiene una capa natural de saponinas, compuestos que le confieren un sabor amargo se procedió a eliminar lavando y remojando los granos.

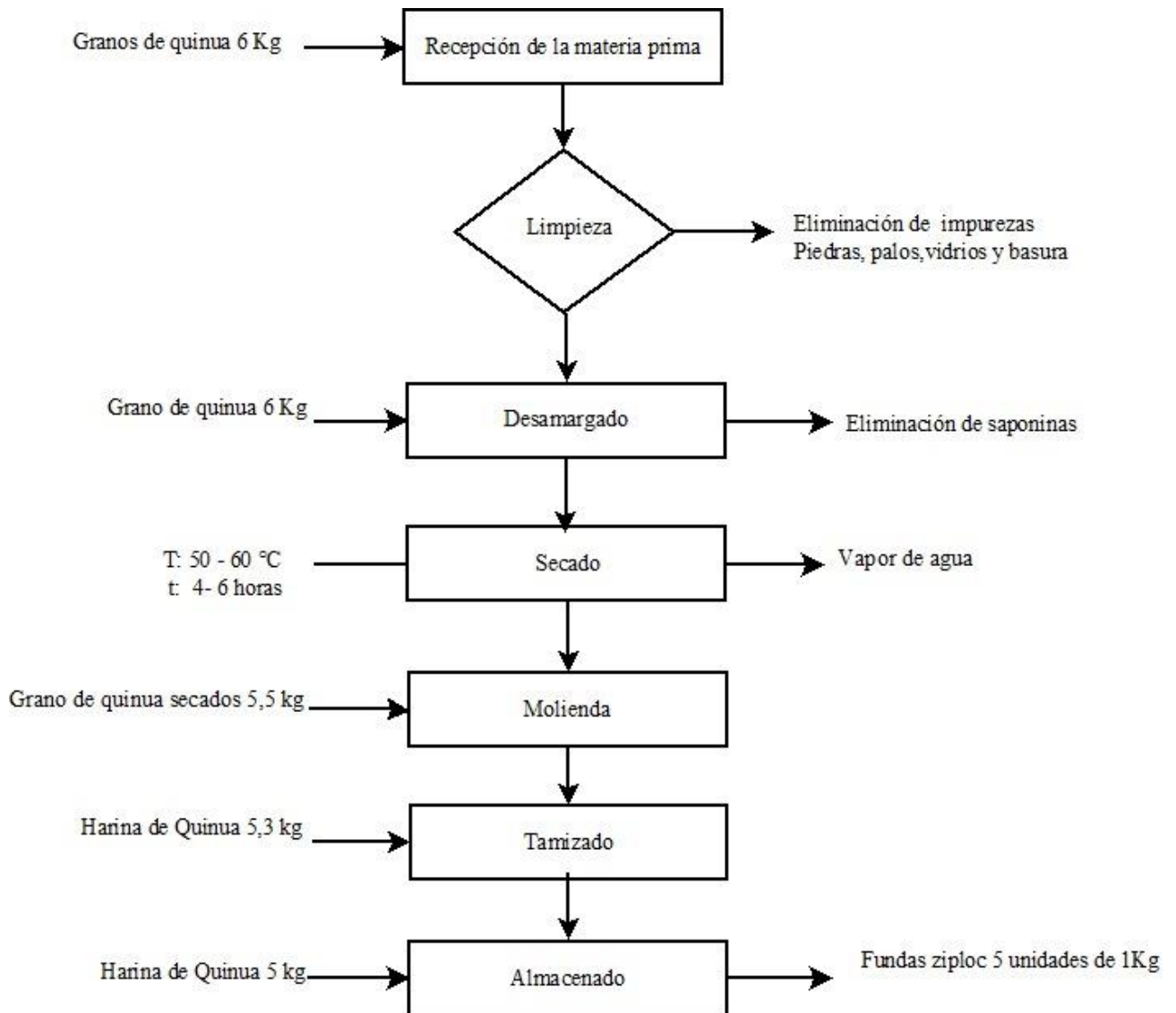
**Proceso de Secado:** Se realizo un secado del grano de quinua a una temperatura ambiente en bandejas de acero inoxidable, para posteriormente iniciar el proceso de deshidratado. Este proceso de deshidratación del grano de quinua tuvo una duración de 4- 6 horas a una temperatura de 75 °C.

**Proceso de Molienda:** Los granos secos fueron triturados o molidos hasta convertirlos en un polvo fino. Este proceso transforma los 6 kg de quinua seca en aproximadamente 5.90 kg de harina de quinua. La pequeña pérdida de peso se debió a la eliminación de partículas más gruesas o al polvo fino que puede perderse durante la operación.

**Proceso de Tamizado:** La harina obtenida de la molienda se pasó por un tamiz para asegurar que las partículas grandes y pequeñas sean separadas hasta obtener partículas muy finas, para que este paso sea el que refine la harina, resultando en 5.88 kg de harina de quinua.

**Almacenado:** Una vez que se obtenga la harina de quinua, se empacaron en fundas ziploc con cierre hermético con un total de 5 unidades de 1 kg cada una.

### 2.6.4.2. Diagrama de flujo de la obtención de harina de quinua



Fuente:(Pantja-Tirado et al., 2020)

## 2.6.5. Metodología para la elaboración de nuggets de pollo

### 2.6.5.1. Método de elaboración

**Recepción:** Se recibió la carne de pollo, harina de chocho, harina de quinua y harina de trigo, adicional otros ingredientes para la elaboración de los nuggets de pollo.



*Figura 1 Recepción de materia prima*

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Selección:** Se verifico que la carne sea de calidad y no contenga defectos visibles, que cumpla con los estándares de frescura. Para las harinas se realizó un análisis organoléptico y de igual manera el resto de ingredientes.

*Figura 2 Selección de materia prima*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Picado:** Se trituro la carne, piel y grasa hasta obtener un tamaño de 3–5 mm para facilitar y agilizar el cutedado.

*Figura 3 Picado de materia prima*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Cuteado:** En la masa base, se incorporó la harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz, hielo, sal, condimentos, fosfatos y especias.

*Figura 4 Mezcla de ingredientes*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Enfriado:** La masa para los nuggets se colocaron en bandejas de acero cubiertas con plástico film evitando que esté en contacto directo, y se colocara a  $-15^{\circ}\text{C}$  durante 12 horas.

*Figura 5 Enfriado de masa*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Cortado:** Con la ayuda de un molde de 5cm de diámetro se cortaron y dieron forma a los nuggets cada uno con un peso de 50 g aproximadamente.

*Figura 6 Cortado de nuggets*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Empanizado:** Las unidades pasaron por un batido a base de huevos y posteriormente por la miga para dar un aspecto tradicional en el mercado.

*Figura 7 Empanizado de Nuggets*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Fritura:** Se utilizaron aceite convencional a una temperatura entre 170-180 °C por un tiempo de 4 min.

*Figura 8 Fritura de Nuggets*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

**Congelación:** Los nuggets se colocaron en congelación hasta alcanzar -15 °C.

*Figura 9 Nuggets en congelación*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

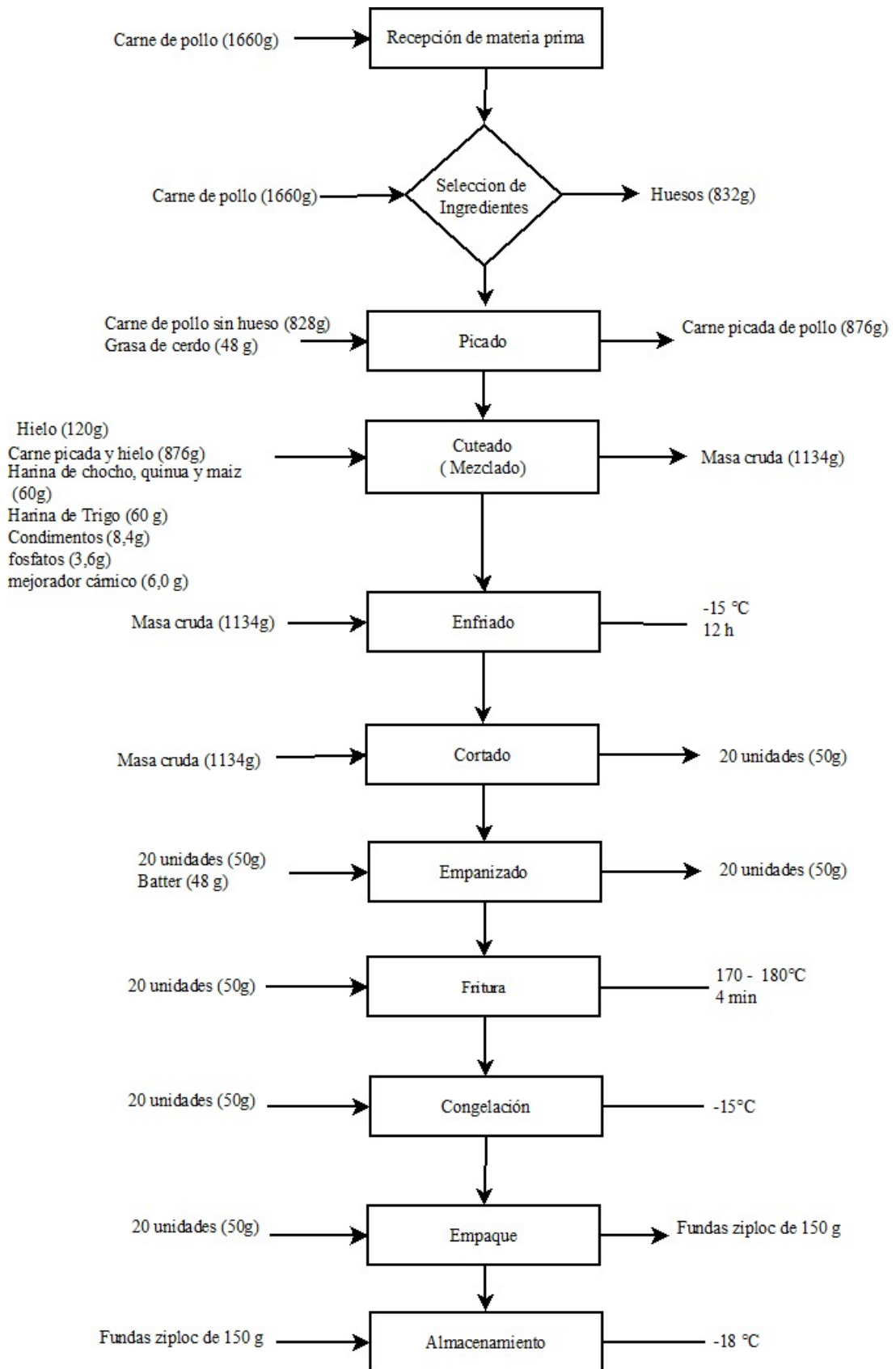
**Empaque:** Los nuggets se colocaron en empaques ziploc.

*Figura 10 Nuggets en fundas ziploc*



**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez 2025)

### 2.6.5.2. Diagrama de flujo de la elaboración de los nuggets de pollo



Fuente: Autores (Flores & Ramirez, 2025)

### 2.6.6. Metodología para evaluación de propiedad funcionales.

Para esta investigación se analizaron las propiedades funcionales (retención de humedad, absorción de aceite y perfil de textura) que aportan la harina de chocho, la harina de quinua y harina de maíz en la sustitución parcial de la harina de trigo en la elaboración de los nuggets de pollo.

#### 2.6.6.1. Metodología para la capacidad de retención de agua (CRA)

La metodología aplicada para la determinación de la capacidad de retención de agua es de (Jurado & Insuasty, 2021). Este método consiste en la habilidad que tiene un producto para retener el agua libre por capilaridad y fuerzas de tensión.

Procedimiento:

- Picar finamente 7,5 g de muestra de nuggets de pollo
- Colocar 2,5 g de muestra en 3 tubos de centrifuga
- A cada tubo añadir 4 ml de solución 0,6 M de NaCl y agitar durante 1 min.
- Colocar los tubos en baño de hielo durante 30 min.
- Agitar nuevamente las muestras durante 1 min.
- Centrifugar los tubos durante 15 min a 10000 rpm
- Decantar el sobrenadante en una probeta y medir el volumen no retenido de los 4 ml de solución de NaCl.
- Informar sobre la cantidad en ml de solución retenida por 100 g de muestra. Mediante la ecuación 1.

*Ec. 1*

$$CRA = \frac{V_a - V_s}{g \text{ de muestra}} * 100$$

Donde:

$V_a$  = volumen de solución salina añadida al tubo de centrifuga

$V_s$  = volumen del sobrenadante

#### 2.6.6.2. Metodología para la capacidad absorción de aceite (CAA)

La metodología empleada para determinar la capacidad de absorción de aceite es de (Bautista & Franco-Crespo, 2020). La cual consiste en consiste en la cantidad de aceite que un producto puede retener después de la fritura.

Procedimiento

La absorción del aceite se calculo después de la fritura como mencionan (Das et al., 2013) utilizando el peso del aceite antes y después de freír la muestra, junto con el peso de la muestra cruda rebozada (por triplicado). Mediante la siguiente ecuación 2.

**Ec. 2**

$$\text{Absorción de aceite (\%)} = \left( \frac{W_1 - W_2}{W_3} \right) * 100$$

Donde

$W_1$  = Peso del aceite antes de freír.

$W_2$  = Peso del aceite después de freír.

$W_3$  = Peso de la muestra cruda rebozada.

#### ***2.6.6.3. Metodología para análisis de perfil de textura***

El análisis de perfil de textura (APT), para este ensayo se utilizó el método de Brookfield texturómetro (2022) en una muestra del nuggets de pollo el cual tendrá unas dimensiones 30 x 30 centímetros. También se usara una sonda TA25/1000a una velocidad de 9 mm/s realizando dos compresiones en dos ciclos por un tiempo de 30 segundos. posteriormente en el software CTX Texture Analyzer Brookfield se eligieron los parámetros que se desean analizar como: elasticidad, dureza, cohesividad y masticabilidad obteniendo una gráfica la cual representara la fuerza de tracción o compresión sobre la muestra y permitiendo observar el comportamiento de la masa.

#### ***2.6.6.4. Metodología para Análisis Sensorial***

En el análisis sensorial, se evaluarán los nuggets por medio de una escala hedónica por aceptabilidad de 30 jurados, permitiendo evaluar la aceptabilidad del producto según la magnitud de las características. Este método permitió identificar la diferencia que existe entre las muestras presentadas, el cual cuenta con cinco intervalos para color, olor, sabor y textura que se presentan a continuación

La tabla 9 presenta los intervalos que se analizaron para medir la aceptabilidad sensorial de los nuggets de pollo. Cada parámetro cuenta con cinco niveles de valoración siendo uno el más bajo y cinco el más alto

**Tabla 9** Ficha Sensorial

Parámetros	Valoración	Parámetros										
		$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$
<b>Color</b>	5: Dorado Intenso											
	4: Dorado Medio											
	3: Dorado Claro											
	2: Marrón Claro											
	1: Amarillo Pálido											
<b>Olor</b>	5: Muy Apetecible											
	4: Apetitoso											
	3: Aceptable											
	2: Poco Apetecible											
	1: Rancio											
<b>Sabor</b>	5: Atractivo											
	4: Equilibrado											
	3: Aceptable											
	2: Insípido											
	1: Extraño											
<b>Textura</b>	5: Perfectamente Crocante y Jugosa											
	4: Crocante Por Fuera											
	3: Ligera Crocancia											
	2: Muy Suave											
	1: Muy Seca											

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

### 2.6.7. Metodología para la evaluación de análisis bromatológicos de los nuggets de pollo.

A continuación, se describe la metodología aplicada para la evaluación de análisis bromatológicos

#### 2.6.7.1. Determinación de Humedad

La metodología aplicada para determinar la humedad es NTE INEN-ISO 1442:2013 7. El método consiste exponer la muestra experimental a temperatura de 105°C durante 5 horas y medir la pérdida de peso mediante la ecuación 3.

**Ec. 3**

$$\% \text{ humedad} = \frac{(P_1 - P_f)}{P_f} \times 100$$

Donde:

$p_1$ : es el peso inicial de la muestra

$p_f$ : es el peso final de la muestra

#### **2.6.7.2.Determinación de Grasa**

Para determinar el contenido de grasa se emplea el método Soxhlet solvente hexano, mencionado en la NTE INEN 778 1985-05. Consiste en deshidratar antes de la extracción seca la muestra en estufa a 105°C para eliminar humedad y posteriormente pesar el residuo graso obtenido después de la extracción con hexano en el equipo Soxhlet (6–8 horas) aplicando la ecuación 4.

**Ec. 4**

$$\text{Contenido de grasa (\%)} = \left( \frac{\text{Peso del extracto graso}}{\text{Peso inicial de la muestra seca}} \right) * 100$$

#### **2.6.7.3.Determinación de Proteína**

Se emplea un método de Kjeldahl factor 6,25, como lo indica la NTE INEN 781 1985-05. se pesa 1g de muestra a la cual se agrega 15 ml de  $H_2SO_4$  junto con el catalizador, luego se calienta hasta volverse transparente verdoso que se enfría y agrega 100 ml de agua destilada, posteriormente añadir 50 % de NaOH para destilar y recoger  $NH_3$ , finalmente, titular con HCl 0,1N hasta el cambio de color aplicando la ecuación 5.

**Ec. 5**

$$\text{Contenido de proteína (\%)} = \left( \frac{(V_{gasto} - V_{blanco}) * N * 0,014 * 6,25}{\text{Peso de la muestra}} \right) * 100$$

Donde:

$V_{gasto}$  = Volumen de ácido gastado en la titulación de la muestra.

$V_{blanco}$  = Volumen de ácido gastado en la titulación del blanco (solución sin muestra).

N = Normalidad del ácido utilizado en la titulación

0.014 = Peso equivalente del nitrógeno

0.25 = Factor de conversión de nitrógeno a proteína

$\text{Peso de la muestra}$  = Peso exacto de la muestra utilizada en la digestión

#### **2.6.7.4.Determinación de Cenizas**

Se utiliza el método de incineración mencionado NTE INEN 786 1985-05. Consiste en pesar 5g en un crisol previamente calcinado, luego se incinera en una mufla a 550 °C obteniendo un

residuo gris o blanco. Posteriormente se enfría en un desecador y se pesa nuevamente y la diferencia de peso corresponde al contenido de cenizas según la ecuación 6.

**Ec. 6**

$$C = \left( \frac{M_3 - M}{M_2 - M} \right) * 100$$

Dónde:

$C$  = Contenido de cenizas en % de masa.

$M$  = Masa de crisol vacío en g.

$M_2$  = Masa de crisol con la muestra antes de la incineración en g.

$M_3$  = Masa de crisol con sólidos totales después de la incineración en g.

#### **2.6.7.5. Determinación de Fibra**

La determinación se realiza mediante el método digestión acida-básica, indicado en la NTE INEN 522 1980-12. Se pesa 2 g de muestra seca y añadir 200 ml de ácido sulfúrico, se calienta a ebullición por 30min después filtrar con agua caliente a través de una tela lino tras enfriar neutralizar con 200 ml de NaOH 1N y hervir por 30min, filtrar la muestra con agua caliente y alcohol finalmente secar en una estufa por 105 °C durante 4 h para calcinar en la estufa a 550 °C por 2 h, aplicando la ecuación 7.

**Ec. 7**

$$\text{Contenido fibra cruda (\%)} = \left( \frac{\text{Peso del residuo después de digestión} - \text{Peso de cenizas}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \right) * 100$$

#### **2.6.7.6. Determinación de Carbohidratos**

La determinación se realizará mediante el almidón en carne mediante hidrólisis ácida, que convierte el almidón en glucosa. Luego, la glucosa se cuantifica usando licor de Fehling por titulación indicada en la NTE INEN 787:1985

Procedimiento

-Preparación de la muestra: Se toma una muestra representativa del producto cárnico y se tritura finamente. Se pesa 5 gramos de la muestra y se coloca en un matraz Erlenmeyer, se agrega 100 ml de ácido clorhídrico al 1%, y la mezcla se calienta a ebullición durante 2 horas, agitando ocasionalmente para asegurar la completa disolución del almidón. Después de enfriar, se filtra y se recoge el filtrado en un matraz aforado. Se neutraliza la solución con hidróxido de sodio (NaOH) hasta pH neutro. Se toma una alícuota del filtrado y se determina la cantidad de glucosa reduciendo una solución de licor de Fehling. Se lleva a ebullición y se titula con la solución de glucosa obtenida, usando azul de metileno como indicador.

$$\text{Almidón (\%)} = \left( \frac{V \times F \times 0.9}{P} \right) * 100$$

Donde:

$V$ = volumen de muestra utilizado (ml)

$F$ = factor del licor de Fehling (equivalente a mg de glucosa)

$P$ = peso de la muestra (mg)

0.9= factor de conversión de glucosa a almidón

### 2.6.8. Metodología para análisis microbiológicos

En la norma NTE INEN 1338 2012, establece las especificaciones y requisitos microbiológicos que deberán cumplir los productos cárnicos precocidos congelados. Se menciona que el producto final no se debe encontrar con algún tipo de alteración o deterioro por causa biológica, química y física. Estos análisis se determinaron en el laboratorio.

**Tabla 10** Requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados

Requisitos	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos ufc/g	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^7$	NTE INEN 1529-5
Escherichia coli ufc/g	$1.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^6$	AOAC 991.14
Staphilococcus aureus ufc/g	$1.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^4$	NTE INEN 1529-14
Salmonella	Ausencia	Ausencia	NTE INEN 1529-15

Fuente: NTE INEN 1338, 2012

## 2.7. HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS.

### 2.7.1. Hipótesis Nula ( $H_0$ )

Los porcentajes de harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz no influyen en las propiedades funcionales, perfil de textura, características sensoriales de la elaboración de los nuggets de pollo.

### 2.7.2. Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):

Los porcentajes de harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz influyen en las propiedades funcionales, perfil de textura, características sensoriales de la elaboración de los nuggets de pollo.

### 2.7.3. Validación de la hipótesis

Una vez realizada la investigación, con los resultados obtenidos se determinó que, si existen diferencia significativa por que se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  debido a que los porcentajes de harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz si influyen en las propiedades

funcionales, perfil de textura, características sensoriales de la elaboración de los nuggets de pollo.

## 2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se analizó la influencia de las propiedades funcionales y aceptabilidad sensorial de harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz en la elaboración de nuggets de pollo, para ello, se aplicó un Diseño de Mezclas Simplex Centroide estableciendo los límites mínimos, medios y máximos son (20, 40, 60) para la harina de chocho, quinua y maíz respectivamente como se muestra en la tabla 11, según el programa Minitab obteniendo un análisis de varianza con  $p$  valor ( $p < 0,05$ ) que terminó la significancia entre los tratamientos y los factores de estudio: de factores e interacciones para evaluar la capacidad de retención de agua CRA, capacidad de absorción de aceite CAA, y análisis de perfil de textura APT. En la tabla 11 se presenta los límites del experimento.

**Tabla 11** *Límites del experimento*

Factor	Nombre de factor	Mínimo (%)	Medio (%)	Máximo (%)
A	Harina de chocho	20	40	60
B	Harina de quinua	20	40	60
C	Harina de maíz	20	40	60

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Este diseño de mezclas simplex centroide consta de 10 corridas experimentales evaluadas con un testigo (unidad de control) que fueron fritas en aceite comercial en un intervalo de 160 – 180°C durante un periodo 3 – 6 min, por triplicado, las variables respuestas a estudiar fueron: capacidad de retención de agua, absorción de aceite y análisis de perfil de textura.

Para el análisis sensorial por aceptabilidad se aplica una encuesta con escala hedónica evaluando atributos: color, olor, sabor y textura como tratamiento de control se aplicó el nugget con formulación original comercial para determinar las diferencias significativas en la formulación de los distintos tratamientos, una vez determinado el mejor tratamiento se realizó las pruebas microbiológicas y bromatológicas del mejor tratamiento. En la tabla 12 se presenta la operacionalización de las variables.

**Tabla 12** *Operacionalización de variables*

Variable Dependiente	Variable Independiente	Indicadores
Nuggets de pollo	Factor A - Harina de chocho	- Análisis funcionales Capacidad de retención de agua Absorción de aceite Perfil de textura

Factor B	- Métodos de cocción Fritura Tiempo
- Harina de quinua	Temperatura
Factor C	- Análisis sensoriales
- Harina de maíz	Color Sabor Textura Color
<b>ANÁLISIS A LOS MEJORES TRATAMIENTOS</b>	
	-Humedad -Grasa -Cenizas -Proteína -Fibra cruda, -Carbohidratos -Aerobios mesófilos -Staphylococcus aureus -Salmonella -E. coli
-Análisis bromatológicos	
-Análisis microbiológicos	

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La elaboración de los nuggets de pollo se realizó a partir de una formulación base, que sirvió como referencia para el desarrollo de los distintos tratamientos que se presenta en la tabla 13.

**Tabla 13** *Formulación base.*

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Carne de pollo	69,00	828,0
Hielo picado	10,00	120,0
Harina de trigo	5,00	60,0
Harina de chocho, quinua y maíz	5,00	60,0
Grasa	4,00	48,0
Sal	1,00	12,0
Fosfatos alimentarios	0,30	3,6
Destroza	0,50	6,0
Condimentos	0,70	8,4
Mejorador cárnico	0,50	6,0
Empanizado	4,00	48,0
Total	100%	1200,0

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La tabla 14 se presenta los porcentajes de harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz utilizados (correspondiente a cada tratamiento estudiado).

**Tabla 14** *Porcentaje por tratamiento empleado.*

<b>Corrida experimental</b>	<b>Codificación</b>	<b>Harina de chocho (%)</b>	<b>Harina de quinua (%)</b>	<b>Harina de maíz (%)</b>	<b>Harina de trigo (%)</b>	<b>Replicas</b>
Control	$t_0$	0,00	0,00	0,00	100,00	3
1	$t_1$	100,00	0,00	0,00	0,00	3

2	$t_2$	0,00	100,00	0,00	0,00	3
3	$t_3$	0,00	0,00	100,00	0,00	3
4	$t_4$	50,00	50,00	0,00	0,00	3
5	$t_5$	50,00	0,00	50,00	0,00	3
6	$t_6$	0,00	50,00	50,00	0,00	3
7	$t_7$	33,33	33,33	33,33	0,00	3
8	$t_8$	66,70	16,70	16,70	0,00	3
9	$t_9$	16,70	66,70	16,70	0,00	3
10	$t_{10}$	16,70	16,70	66,70	0,00	3

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La tabla 15 se presenta la cantidad en gramos utilizada de harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz.

**Tabla 15** Cantidad en gramos por tratamiento.

Corrida experimental	Codificación	Harina de chocho (g)	Harina de quinua (g)	Harina de maíz (g)	Harina de trigo (g)	Replicas
Control	$t_0$	0,00	0,00	0,00	60,00	3
1	$t_1$	60,00	0,00	0,00	0,00	3
2	$t_2$	0,00	60,00	0,00	0,00	3
3	$t_3$	0,00	0,00	60,00	0,00	3
4	$t_4$	30,00	30,00	0,00	0,00	3
5	$t_5$	30,00	0,00	30,00	0,00	3
6	$t_6$	0,00	30,00	30,00	0,00	3
7	$t_7$	20,00	20,00	20,00	0,00	3
8	$t_8$	40,00	10,00	10,00	0,00	3
9	$t_9$	10,00	40,00	10,00	0,00	3
10	$t_{10}$	10,00	10,00	40,00	0,00	3

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

## 2.9. METODO DE COCCION

El tiempo y temperatura para los nuggets de pollo fue estandarizado para todos los tratamientos, con un tiempo de 4min a una temperatura de 170°C, para alcanzar una temperatura interna 74°C, se presenta en la tabla 16.

**Tabla 16** Tiempo y temperatura para la fritura.

Detalle	Unidad de medida	Valor
Temperatura	°C	170
Tiempo	Min	4

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La estandarización permite reducir la variabilidad experimental y evaluar de forma más precisa el efecto de las harinas vegetales sobre las propiedades funcionales, texturales y sensoriales del

nugget de pollo (Rodríguez & Zamora, 2024) recomiendan esta estrategia metodológica en investigaciones de desarrollo de productos cárnicos.

## 2.10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 2.10.1. Análisis de la determinación de las propiedades funcionales en los tratamientos obtenidos en las formulaciones con la incorporación de harinas de chocho, quinua y maíz.

#### 2.10.1.1. Capacidad de Retención de Agua CRA

La capacidad de retención de agua es la habilidad del nugget de pollo para mantener el agua durante la cocción y fritura. Una capacidad de retención de agua adecuada mejora la jugosidad, la textura y el rendimiento del producto, además de reducir la absorción de aceite, contribuyendo a una mejor calidad sensorial y tecnológica.

En la tabla 17 se presentan los resultados de la capacidad retención de agua en los distintos tratamientos del consumo de NaCl por los tratamientos que se utilizaron para determinar el porcentaje de la capacidad de retención de agua.

**Tabla 17** Resultados de Capacidad de Retención de Agua (CRA).

Codificación	Volumen NaCl ml	CRA (ml NaCl retenidos/100 g Carne)
$t_0$	2,757	49,72
$t_1$	2,273	69,08
$t_2$	2,368	65,28
$t_3$	2,412	63,52
$t_4$	2,422	63,12
$t_5$	2,373	65,08
$t_6$	2,357	65,72
$t_7$	2,360	65,60
$t_8$	2,372	65,12
$t_9$	2,382	64,72
$t_{10}$	2,418	63,28

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Los resultados de la Capacidad de Retención de Agua (CRA) de los nuggets de pollo elaborados con diferentes formulaciones muestran variaciones importantes entre los tratamientos evaluados. El tratamiento de control  $t_0$ , presento el menor valor de CRA, con 49,72 ml de NaCl retenidos/100 g de carne, evidenciando una menor capacidad del sistema cárnico para retener agua en comparación con los tratamientos que incorporaron las harinas de chocho, quinua y maíz. (Lukman et al., 2009) establece que el rango para nuggets comerciales es de 34,54 a 51,57 ml/100g, por tanto, la CRA de la unidad de control se encuentra dentro del rango establecido.

Este comportamiento es característico de formulaciones tradicionales donde la matriz proteica tiene menor interacción con el agua durante el proceso térmico.

En contraste, los tratamientos formulados con las harinas de chocho quinua y maíz, presentaron valores de CRA significativamente superiores, destacándose el tratamiento  $t_1$ , que alcanzó el valor de 69,08mL/100g. Así mismo, los tratamientos  $t_2$ ,  $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$  y  $t_8$ , mostraron valores elevados y consistentes de CRA entre 65,08 y 65,72mL/100g, indicando una mejora sustancial en la capacidad de la matriz cárnica para inmovilizar agua. Este efecto puede atribuirse al alto contenido de proteínas y polisacáridos hidrofílicos y la estabilización de la emulsión cárnica (Garza, 2019).

La harina de chocho es reconocida por su alto contenido proteico y su capacidad de interacción con el agua, mientras que la harina de quinua aporta almidones y proteínas con propiedades funcionales que contribuyen a la retención de agua. De manera complementaria la harina de maíz actúa como agente estructurante, mejorando la cohesión del sistema y reduciendo la pérdida de agua durante la cocción. Diversos estudios reportan que la incorporación de harinas vegetales en productos cárnicos incrementa la CRA (Pacheco- Pérez et al., 2025)

Finalmente, los valores intermedios como  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_9$  y  $t_{10}$  fueron entre 63,12 y 64,72 mL/100g, sugieren que, aunque todas las formulaciones mejoraron la CRA respecto a la unidad de control, la proporción y combinación de harinas influyeron directamente en la magnitud del efecto. En términos tecnológicos, una mayor CRA es deseable, ya que se asocia con mejor textura, mayor jugosidad y mayor rendimiento del producto final, aspectos claves en el desarrollo de nuggets funcionales de pollo (H. González et al., 2024)

En la tabla 18 se presenta el análisis de varianza de la CRA:

**Tabla 18** Determinación de análisis de varianza de CRA.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	6	23,9403	23,9403	3,9901	4,95	0,109
Lineal	2	9,4722	18,8416	9,4208	11,69	<b>0,038*</b>
Cuadrático	3	13,9786	14,2718	4,7573	5,90	0,089
HC * HQ	1	11,0558	11,0177	11,0177	13,67	<b>0,034*</b>
HC * HM	1	0,9215	1,3310	1,3310	1,65	0,289
HQ * HM	1	2,0013	1,0150	1,0150	1,26	0,344
Cúbico especial	1	0,4896	0,4896	0,4896	0,61	0,493
HC * HQ * HM	1	0,4896	0,4896	0,4896	0,61	0,493
Error residual	3	2,4182	2,4182	0,8061		
CV	2,63					
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>26.3586</b>				

**GL:** grados de libertad, **SC Sec.:** suma de cuadrados, **SC Ajust.:** suma de cuadrados ajustado, **MC Ajust.:** cuadros medios ajustado, **Valor F:** valor calculado, **Valor P:** probabilidad, **HC:** harina de chocho, **HQ:** harina de quinua, **HM:** harina de maíz.

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

El análisis de varianza que corresponde a la capacidad de retención de agua (CRA) de los nuggets de pollo que fueron elaborados con diferentes proporciones de harina de chocho (HC), harina de quinua (HQ) y harina de maíz (HC). Evidencia que el modelo de regresión resulta no significativo con un valor-p de 0,109, esto indica que, en conjunto las variables independientes que se estudian en el modelo no influyen en la CRA.

Al analizar los componentes del modelo, se observó que los efectos lineales presentaron un valor-p de 0,038 inferior al 0,05 lo que demuestra que los cambios en las proporciones de las harinas aportan características funcionales propias que afectan la interacción de la matriz cárnica. Este comportamiento es consistente con lo reportado por (Jiménez, 2016), quienes indican que variaciones en los ingredientes funcionales pueden modificar la interacción agua-proteína en sistemas cárnicos.

Por otro lado, el cuadrático global no resultó estadísticamente significativo con un valor-p de 0,089 superior al 0,05, lo que indica que, no se presenta una curvatura marcada en la respuesta de la CRA en de formulaciones evaluadas. Esto sugiere que la Capacidad de Retención de Agua aumente o disminuye de manera uniforme, por ende, no se alcanza un punto máximo o mínimo pronunciado, lo cual es característicos cuando el sistema es predominado por la matriz cárnica sobre los ingredientes que no cárnicos como las harinas (Balderas, 2018).

En los efectos de interacción, la relación harina de chocho-harina de quinua (HC x HQ) fue estadísticamente significativa con un valor-p de 0,034, lo que indica que la complementariedad de la composición de estas harinas favorece a la formación de una estructura más estable capaz de retener agua. Este resultado puede ser atribuido al alto contenido proteico del chocho, la capacidad de hinchamiento del maíz y la fibra presente en la quinua lo que favorece a la retención de agua dentro de la matriz del nugget de pollo (Villar, 2021).

En contraste la relaciones entre harina de chocho–harina de maíz (HC x HM) con valor-p de 0,289, harina de quinua–harina de maíz (HQ x HM) valor-p de 0,344 y la relación triple harina de chocho-harina de quinua-harina de maíz (HC x HQ x HM) con valor-p de 0,493 no presentaron valores estadísticamente significativos (valores-p > 0,05), esto indica que el efecto de la harina de maíz no potencia de manera significativa la CRA cuando se combina con chocho o quinua, ni tampoco cuando las tres harinas interactúan simultáneamente. No obstante, su inclusión sigue siendo relevante desde el punto tecnológico, ya que, contribuye a la estructura

del producto y a la uniformidad del sistema, aunque sin un impacto directo sobre la retención de agua. Este comportamiento coincide con (Ramírez-Arzuaga et al., 2021) quienes señalan que la harina de maíz actúa principalmente como agente de relleno con un menor impacto en la retención de agua comparado con harinas con mayores proteínas vegetales

**Gráfico 1** *Gráfica de contorno triangular de la CRA*



**Fuente:** Minitab Statistical Software 21.2

El gráfico 1, de la Capacidad de Retención de Agua del nugget de pollo evidencia claramente la influencia de las proporciones de la harina de chocho (HC), quinua (HQ) y maíz (HM) sobre esta propiedad funcional. Los valores de la CRA predichos por el modelo se encuentran aproximadamente entre 63 y 69 ml/100g, lo que indica una variabilidad moderada en la respuesta dentro del dominio experimental evaluado.

Las zonas con mayor CRA (67 – 69 ml/100g) se encuentran hacia el vértice correspondiente a mayor proporción de harina de chocho siendo los mejores tratamientos  $t_1$ ,  $t_6$  y  $t_7$  evidenciando un efecto positivo en la retención de agua, este comportamiento puede ser atribuido al alto contenido proteico del chocho. Estudios recientes reportan que las proteínas vegetales con elevada capacidad de hidratación mejoran significativamente la CRA en productos cárnicos emulsionados (Pintado & Delgado-Pando, 2020b). Así mismo, el gráfico muestra que, las combinaciones entre harina de chocho HC y harina de quinua HQ presentan valores elevados de retención de agua concordando con la relación significativa de HC x HQ con un valor-p de 0,034 vista en el ANOVA. La quinua aportando almidones y fibra dietética contribuyendo a la absorción y retención de agua que refuerza la matriz proteica formada por la carne y la harina de chocho. Este efecto ha sido descrito por (López- Vargas et al., 2014) y (Feddern et al., 2024) quienes indican que la combinación entre materias proteicas y polisacáridos favorecen a la estabilidad en sistemas cárnicos.

Por el contrario, las zonas con menor CRA (63 – 65 ml/100g) se localizan en las regiones con mayor proporción de harina de maíz (HM). Esto indica que la capacidad individual de este

componente para retener agua es inferior actuando principalmente como agente de relleno. Por tanto, la interacción de la harina de maíz con la matriz cárnica es limitada, esto explica la ausencia de relación significativa de las combinaciones entre HM y el resto de harinas. Resultados similares han sido reportados por (Pateiro et al., 2021) quienes señalan que la harina de maíz contribuye a la textura y estructura, pero su influencia es reducida sobre la retención de agua.

#### 2.10.2.2. Capacidad de Absorción de Aceite.

Este segmento presenta el sobrante en ml de aceite utilizado para la capacidad de absorción de aceite que se obtuvo para la fritura de los nuggets de pollo. La siguiente tabla 19, presenta los porcentajes obtenidos en la capacidad de absorción de aceite.

**Tabla 19.** Resultados de Capacidad de Absorción de Aceite (CAA).

Codificación	Volumen aceite ml	CAA (ml de aceite/g absorbente)
$t_0$	78,500	21,50
$t_1$	82,000	18,00
$t_2$	80,500	19,50
$t_3$	83,500	16,50
$t_4$	83,333	16,67
$t_5$	80,333	19,67
$t_6$	82,500	17,50
$t_7$	80,167	19,83
$t_8$	82,500	17,50
$t_9$	80,333	19,67
$t_{10}$	80,000	20,00

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La Capacidad de Absorción de Aceite (CAA) de los tratamientos estudiados presentaron un volumen sobrante de aceite en el rango de 83,500 ml con porcentaje de absorción de aceite de 16,50% hasta 80,000 ml con porcentaje de 20,00%, al comparar con la unidad de control se refleja que existe un aumento en el porcentaje de absorción de aceite con un sobrante de 78,500 ml con un 21,50%. Estos resultados se comparan con el estudio de (Bautista & Franco-Crespo, 2020)“Evaluación de una Mezcla Empanizadora, con Inclusión de Almidón Modificado, para su Aplicación en Carnes” donde se reportan que el rango de porcentaje de absorción de aceite 9,63% hasta 12,55% y para el testigo M.C (marca comercial) 14,83%. Estas diferencias demuestran que los nuggets de pollo estudiados presentan mayor Capacidad de Absorción de Aceite (CAA). Sin embargo, en el estudio de (Montes et al., 2016)“Absorción de aceite en alimentos fritos” establece que para productos fritos el porcentaje de absorción de aceite puede variar desde un 6%, en el caso de productos de pollo o pescado rebosados a base de pan como

el caso de los nuggets es de 20%, lo que indica que todos los tratamientos se encuentran dentro del rango, aunque puede afectar negativamente las propiedades reológicas y sensoriales.

Por otro lado, aunque la unidad de control esta ligeramente fuera del rango con 21,50% siendo superior al 20%, (Moreira et al., 1997), reporta que la absorción de aceite durante la fritura esta influenciada por varios factores como la humedad, naturaleza de los ingredientes, el recubrimiento, tiempo, temperatura entre otros. Por tanto, aunque la unidad de control se encuentre fuera del rango este comportamiento puede ser atribuido a diferencias en la composición del producto comercial. La tabla 20 presenta el análisis de varianza de la Capacidad de Absorción de Aceite (CAA)

**Tabla 20** *Determinación de análisis de varianza CAA*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec.</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Regresión	6	13,7161	13,7161	2,28601	1,88	0,323
Lineal	2	0,8994	5,0122	2,50608	2,06	0,273
Cuadrático	3	9,9891	8,4860	2,82867	2,33	0,253
HC * HQ	1	1,5836	3,2941	3,29408	2,71	0,198
HC * HM	1	8,1342	3,7009	3,70087	3,04	0,179
HQ * HM	1	0,2713	0,0435	0,04350	0,04	0,862
Cúbico especial	1	2,8276	2,8276	2,82756	2,32	0,225
HC * HQ * HM	1	2,8276	2,8276	2,82756	2,32	0,225
Error residual	3	3,6488	3,6488	1,21628		
CV		7,51				
Total	9	17,3649				

**GL:** grados de libertad, **SC Sec.:** suma de cuadrados, **SC Ajust.:** suma de cuadrados ajustado, **MC Ajust.:** cuadros medios ajustado, **Valor F:** valor calculado, **Valor P:** probabilidad, **HC:** harina de chocho, **HQ:** harina de quinua, **HM:** harina de maíz.

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

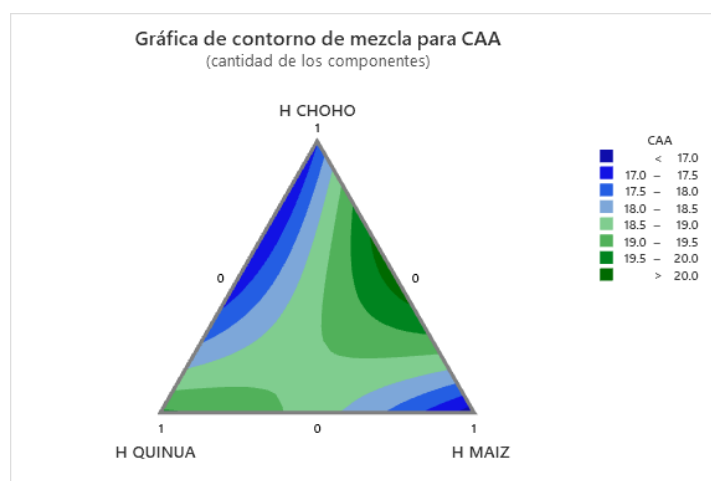
Las observaciones consisten con lo reportado en la literatura sobre la absorción de aceite en alimentos fritos, donde se reconoce que la absorción de aceite es un fenómeno altamente complejo, que depende más de las transformaciones físico-químicas que ocurren durante la fritura y pos-fritura que de la composición exacta de los ingredientes. Durante la fritura se generan cambios estructurales en los alimentos, como la pérdida de humedad, porosidad de la superficie y cambios en la matriz interna, que pueden tener un impacto mayor sobre la cantidad de aceite que fue absorbido que los diferentes ingredientes en la formulación. (Lumanlan et al., 2019)

Además, estudios en alimentos rebozados documentan que factores como la temperatura y el tiempo de cocción y el manejo del producto después de salir del aceite tiene un impacto considerable sobre la cantidad de aceite final absorbido, explicando así la ausencia de efectos significativos atribuibles solo a la mezcla de harinas. Una revisión literaria indica que la

absorción de aceite ocurre de manera compleja mediante fenómenos de transferencia de masa y estructuración del producto durante la fritura y enfriamiento como la condensación del vapor de agua favoreciendo la entrada de aceite por los poros, y que estos procesos pueden dominar la variabilidad observada en el contenido final de aceite más allá de pequeñas variaciones en la composición de la mezcla (Vitrac et al., 2000).

En este contexto, la ausencia de una relación significativa entre las proporciones de las harinas utilizadas y la capacidad de absorción de aceite observada en este estudio puede entenderse que el mecanismo físico-químico de absorción predomina sobre los efectos de formulaciones simples.

**Gráfico 2** *Grafica de contorno triangular de la CAA*



**Fuente:** Minitab Statistical Software 21.2

El gráfico 2, de contorno de la Capacidad de Absorción de Aceite (CAA) en los nuggets de pollo, muestra un patrón relativamente uniforme de valores a largo del triángulo experimental, con variaciones moderadas en la escala de la CAA aproximadamente un rango de 17 % a 20 %. No se pueden observar regiones que destaquen con valores superiores o inferiores que indiquen un efecto claro de las proporciones de las harinas de chocho, quinua y maíz en la absorción de aceite. La presentación concuerda con los resultados del análisis de varianza, donde el modelo de mezcla no fue estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ), indicando que, las proporciones para los tres componentes no influyeron de forma significativa en la CAA, los mejores tratamientos fueron  $t_{10}$ ,  $t_7$  y  $t_9$  siendo los valores más cercanos al tratamiento de control.

La ausencia de gradientes pronunciados o zonas claramente diferenciadas en el gráfico 2, sugiere que la absorción de aceite en los nuggets de pollo es un fenómeno relativamente estable frente a las variaciones de formulación en las harinas. Estudios anteriores han documentado que la absorción de aceite de un producto durante la fritura está condicionada por la pérdida de

humedad, formación de poros superficiales y efecto de succión durante del enfriamiento después de la fritura (Aguilera & Hernández, 2008)

En la fase de enfriamiento cuando el vapor de agua escapa se crea una presión negativa que facilita la entrada de aceite en los espacios vacíos de la estructura alimentaria, esto explica por qué los ingredientes secos tienen menor impacto sobre la cantidad de aceite que se absorbe, especialmente cuando las condiciones de fritura son similares o iguales entre los tratamientos (Mellema, 2003). Aunque, investigaciones de productos empanzados y rebosados con presencia de almidones y proteínas demostraron que modifican la estructura y que podrían afectar la capacidad de absorción de aceite, también se habla de tener un impacto menor cuando se evalúan rangos estrechos como es el caso de las mezclas de las harinas de chocho, quinua y maíz en los nuggets de pollo. (Bouchon, 2009)

### 2.10.2.3. Análisis de Perfil de Textura

En la tabla 21, se presenta los valores obtenidos por el laboratorio en el análisis de textura donde se analizó: cohesividad, masticabilidad, dureza y elasticidad.

**Tabla 21** Resultados del análisis de textura (APT).

Codificación	Dureza (N)	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Masticabilidad (mJ)
$t_0$	6,23	0,68	4,55	22,42
$t_1$	11,09	0,51	8,51	49,72
$t_2$	7,10	0,51	7,63	32,76
$t_3$	16,01	0,52	8,67	41,18
$t_4$	11,51	0,51	7,88	34,94
$t_5$	12,84	0,51	7,49	39,28
$t_6$	11,07	0,52	8,63	41,80
$t_7$	9,10	0,56	7,27	32,88
$t_8$	11,49	0,43	8,06	32,96
$t_9$	10,62	0,49	8,48	40,74
$t_{10}$	13,24	0,51	7,96	50,26

N: Newton, mm: milímetros, mJ: milijoules

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

#### - Dureza.

En la tabla 25, los valores de dureza de los nuggets de variaron entre 6,23 N para la unidad de control y 7,10 N a 16,01 N. El tratamiento de testigo ( $t_0$ ) presentó el menor valor de dureza, lo que indica una estructura más blanda típica de nuggets comerciales elaborados sin incorporación de harinas alternativas. En contraste, los tratamientos con inclusión de harinas vegetales mostraron valores superiores, destacándose el ( $t_3$ ) con 16,01 N y tratamiento ( $t_{10}$ ) con 13,24 N, lo que sugiere una mayor resistencia a la compresión. (Bartholomew & Osuala,

1986), indica que la incorporación de ingredientes vegetales en productos cárnicos reestructurados tiende a aumentar la firmeza debido a la formación de redes más compactas.

En la tabla 22 se presenta en análisis de varianza de dureza

**Tabla 22** *Análisis de varianza para Dureza (proporciones del componente)*

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Modelo	385,69	14	27,55	37,53	<0,0001**
Tratamiento	378,33	10	37,83	51,54	<0,0001**
Replica	7,36	4	1,84	2,51	0,0572
Error	29,36	40	0,73		
Total	415,05	54			
CV (%)	7,83				

**GL:** grados de libertad, **SC:** suma de cuadrados, **CM:** cuadros medios ajustado, **Valor F:** valor calculado, **Valor P:** probabilidad.

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

El análisis de varianza para la dureza de los nuggets elaborados con diferentes proporciones de harina de chocho, quinua y maíz, indicó que el modelo estadístico fue altamente significativo con un valor-p < 0,0001, lo que indica que los factores evaluados influyeron de manera determinante sobre este parámetro textural. El factor tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas con un valor-p de < 0,0001, confirmando que las distintas formulaciones elaboradas con las harinas afectaron directamente en la dureza del producto. Este comportamiento es consistente con lo reportado en la literatura, donde se indica que la incorporación de ingredientes vegetales ricos en proteínas, almidones y fibra modifica la matriz carca, influyendo en la resistencia mecánica del producto durante la compresión (Pintado & Delgado-Pando, 2020b).

Por otro lado, el efecto replica no resultó estadísticamente significativo con un valor-p de 0,0572 lo que sugiere que no existe variabilidad atribuible a las repeticiones experimentales, posiblemente por el manejo y condiciones similares durante el proceso o en la homogeneidad de la mezcla. El coeficiente de variación rectifica esto con un 7,83%, que se considera bajo para este análisis, o que indica una buena precisión experimental y uniformidad en las mediciones experimentales de dureza (Arévalo Torres & Vásquez Cedeño, 2023).

Desde un punto de vista tecnológico, los resultados del ANOVA indican que la dureza de los nuggets de pollo puede ser controlada mediante la formulación, particularmente a través de tipo y cantidad de harinas funcionales incorporadas. Estudios recientes señalan que niveles elevados de proteínas vegetales pueden aumentar la dureza al reforzar la red de las proteínas miofibrilares, mientras que un balance adecuado con almidones puede generar texturas más aceptables sensorialmente (Ros, 2024).

Dado que se evidencia, una diferencia significativa de la incorporación de harina de chocho, quinua y maíz en la dureza, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para identificar los tratamientos que presentan diferencias significativas, como se muestra en la tabla 23.

**Tabla 23** Prueba de Tukey para Dureza (APT)

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
$t_0$	6,23	5	0,38	A		
$t_2$	7,10	5	0,38	A		
$t_7$	9,10	5	0,38	B		
$t_9$	10,62	5	0,38	B	C	
$t_6$	11,07	5	0,38	C		D
$t_1$	11,09	5	0,38	C		D
$t_8$	11,49	5	0,38	C	D	E
$t_4$	11,51	5	0,38	C	D	E
$t_5$	12,84	5	0,38	D		E
$t_{10}$	13,24	5	0,38	E		
$t_3$	16,01	5	0,38	F		

n: tamaño de muestra, E.E.: error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) aplicada a la variable de dureza permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados muestran una clara separación entre ocho grupos estadísticos (A-H), lo que confirma que la formulación tuvo un efecto marcado sobre este parámetro textural del nugget de pollo.

El tratamiento  $t_3$ , con una media de 16,01, se ubicó en el grupo “F”, presentando la mayor dureza y diferenciándose significativamente del resto de tratamientos. Este comportamiento indica una estructura más rígida del producto, asociada a una mayor proporción de ingredientes que refuerzan la red proteica cárnica, como proteínas vegetales con altas capacidades de gelificación. Resultados similares han sido reportados por (Lorenzo et al., 2023), que señalan que formulaciones con mayor contenido proteico tienden a incrementar la dureza debido a una matriz más compacta.

Los tratamientos  $t_{10}$  (13,24) y  $t_5$  (12,84) se agruparon en el grupo “E”, mostraron niveles de dureza elevados, aunque significativamente inferiores al  $t_3$ . Estos tratamientos evidencian una estructura firme pero menos rígida, lo que puede considerarse tecnológicamente favorable, ya que una dureza excesiva puede afectar negativamente a la aceptabilidad sensorial del producto (Domínguez et al., 2022)

En el grupo “D” se ubicaron los tratamientos  $t_4$  (11,51) y  $t_8$  (11,49), los cuales presentaron durezas intermedias. Este comportamiento sugiere un equilibrio adecuado entre la parte proteica y los componentes amiláceos de las harinas incorporadas, generando una textura más homogénea y potencialmente más aceptable para el consumidor. Según (Ros, 2024), valores intermedios de

dureza suelen asociarse con productos cárnicos reformulados con mayor aceptabilidad sensorial.

Los tratamientos  $t_1$  (11,09) y  $t_6$  (11,07) conforman el grupo “C”, evidenciando una disminución progresiva en la dureza. Esta disminución puede atribuirse a una mayor retención de agua o a una menor cohesión de la matriz estructural, factores que suavizan el producto final (Pintado & Delgado-Pando, 2020b)

El grupo “B” se encuentran los tratamientos  $t_9$  (10,62) y  $t_7$  (9,10), con valores de dureza significativamente menores. Estos resultados indican productos más blandos lo cual puede ser favorable desde un punto de vista sensorial, sin embargo, una dureza demasiado baja puede comprometer la percepción y calidad estructural del nugget (Arévalo Torres & Vásquez Cedeño, 2023)

Finalmente, los tratamientos ubicados en el grupo “A” corresponden a los valores menores de dureza  $t_2$  (7,10) y  $t_0$  (6,23), presentaron texturas considerablemente más suaves y se diferenciaron estadísticamente de los demás de tratamientos. Este comportamiento sugiere una matriz menos estructurada, posiblemente asociada a un mayor contenido de componentes que interrumpen la red proteica, como fibras o almidones con baja capacidad de retrogradación.

#### - Cohesividad

La cohesividad presento valores relativamente homogéneos oscilando entre 0,43 y 0,56 para los tratamientos evaluados, mientras que para la unidad de control fue de 0,68, esta estabilidad indica que, a pesar de las variaciones en la formulación de los nuggets, se mantuvo una integridad estructural tras la primera compresión. El valor más bajo se observó en el tratamiento ( $t_3$ ) con 0,43 lo que podría indicar una ligera debilidad en la unión interna de la matriz, posiblemente por una mayor proporción de componente vegetales que interfieren con la red proteica de la carne.

En la tabla 24 se presenta el análisis de varianza de la cohesividad.

**Tabla 24** *Análisis de varianza para Cohesividad (proporciones del componente)*

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Modelo	0,19	14	0,01	12,36	<0,0001**
Tratamiento	0,18	10	0,02	16,63	<0,0001**
Replica	0,01	4	1,9E-03	1,69	0,1723
Error	0,04	40	1,1E-03		
Total	0,24	54			
CV (%)	6,35				

**GL:** grados de libertad, **SC:** suma de cuadrados, **MC:** cuadros medios ajustado, **Valor F:** valor calculado, **Valor P:** probabilidad

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

De acuerdo con el análisis de varianza, para la cohesividad del nugget de pollo, se evidencio que la cohesividad fue influenciada significativamente por los factores evaluados (harina de chocho, quinua y maíz), así como por la interacción entre ellos. Los resultados mostraron que el factor tratamiento presento un efecto altamente significativo sobre la cohesividad con un valor-p de  $<0,0001^{**}$ , lo que indica que las distintas formulaciones elaboradas con las harinas generan respuestas texturales diferenciadas. Este comportamiento sugiere que la composición de la matriz cárnica fue modificada, alterando la capacidad del producto para mantener su estructura interna frente a una segunda deformación, característica fundamental en la cohesividad. Así mismo, el tratamiento presento diferencia altamente significativa con un valor-p de  $<0,0001^{**}$ , lo que evidencia que el efecto de la formulación sobre la cohesividad depende de las proporciones experimentales evaluadas, lo que confirma un comportamiento no lineal típico de sistemas alimentarios complejos. Esta interacción sugiere que ciertas combinaciones de harinas vegetales responden de manera diferente según el entorno de procesamiento, fenómeno ampliamente documentado en productos cárnicos enriquecidos con ingredientes de origen vegetal, donde se producen modificaciones en la interacción proteína-agua y en la formulación de geles durante la cocción (Barbut, 2023)

Por otro lado, la réplica no mostro un efecto altamente significativo con un valor-p de 0,1723, lo que indica que las condiciones bajo las cuales se procesaron los nuggets no influyeron en el comportamiento cohesivo del producto. Estudios recientes han señalado que las variaciones en parámetros de procesamiento, como el mezclado, cocción o fritura, pueden alterar la red proteica y la retención de agua, afectando así directamente a la cohesividad en productos cárnicos reformulados (Delgado-García & Morales-Camacho, 2019)

Una cohesividad adecuada permite que el nugget conserve su integridad durante la masticación, evitando una textura excesiva frágil o desmoronable. En este sentido la incorporación de proteínas y fibras provenientes del chocho, quinua y maíz puede fortalecer o debilitar la red estructural del producto dependiendo de la formulación y del proceso aplicado, tal como lo reportan investigaciones recientes en el desarrollo de productos cárnicos funcionales (Bourne, 2002)

Dado que se evidencio, una diferencia significativa de la incorporación de harina de chocho, quinua y maíz en la cohesividad, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para identificar los tratamientos que presentan diferencias significativas, como se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25** Prueba de Tukey para Cohesividad (APT)

Tratamiento	Medias	N	E.E.	
$t_0$	0,68	5	0,01	A

$t_7$	0,56	5	0,01	B	
$t_3$	0,52	5	0,01	B	
$t_6$	0,52	5	0,01	B	
$t_4$	0,51	5	0,01	B	
$t_{10}$	0,51	5	0,01	B	
$t_5$	0,51	5	0,01	B	
$t_1$	0,51	5	0,01	B	
$t_2$	0,51	5	0,01	B	
$t_9$	0,49	5	0,01	B	C
$t_8$	0,43	5	0,01		C

**n:** tamaño de muestra, **E.E.:** error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La prueba de Tukey aplicada a la variable cohesividad permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $\alpha = 0,05$ ), confirmando lo previamente observado en el análisis de varianza. Los valores medios de cohesividad oscilaron entre 0,43 y 0,68 lo que evidencia un comportamiento diferenciado de las formulaciones de nuggets de pollo elaborados con harina de chocho, quinua y maíz. Esta variabilidad refleja la influencia directa de la composición de las harinas sobre la estructura interna del producto cárnico.

El tratamiento  $t_0$  (unidad de control) presento el valor medio más alto de cohesividad con un valor de 0,68, ubicándose en el grupo estadístico “A”, lo que indica una cohesión superior frente al resto de tratamientos. Este comportamiento puede atribuirse a la ausencia de ingredientes vegetales, permitiendo que la red proteica propia de la carne de pollo se desarrolle sin interferencias generando una estructura más estable y continua. Resultados similares han sido reportados en productos cárnicos tradicionales, donde formulaciones sin incorporación de otros componentes suelen mostrar mayor cohesividad debido a una matriz proteica más homogénea (Bourne, 2002)

Los tratamientos  $t_7$ ,  $t_3$ ,  $t_6$ ,  $t_4$ ,  $t_{10}$ ,  $t_5$ ,  $t_1$  y  $t_2$  tuvieron valores de cohesividad entre 0,51 y 0,56, se agruparon mayormente en el grupo “B”, sin presentar diferencias significativas entre ellos (valor-p > 0,05). esto sugiere que la incorporación de harina de chocho, quinua y maíz en diferentes proporciones genero una cohesividad intermedia, posiblemente asociada a la interacción entre proteínas cárnicas y las proteínas y fibras vegetales las cuales pueden interrumpir parcialmente la continuidad de red proteica, pero sin comprometer totalmente la integridad estructural del producto (Samad et al., 2024).

Por otro lado, los tratamientos  $t_9$  y  $t_8$ , con valores más bajos de cohesividad (0,49 y 0,43 respectivamente) se ubicaron en el grupo estadístico “C”, diferenciándose significativamente de la unidad de control y de los tratamientos del grupo “B”. esta disminución de cohesividad puede estar relacionada con un desequilibrio en la reacción proteína-agua, lo que debilita la

estructura interna del nugget y reduce su capacidad de resistir una segunda deformación durante la masticación. Investigaciones recientes señalan que niveles elevados de incorporación de harinas vegetales pueden provocar una estructura más frágil y menos cohesiva en productos cárnicos reformulados (Barbut, 2023).

Una cohesividad excesivamente baja puede resultar en productos que se desmoronan fácilmente afectando negativamente la aceptabilidad del consumidor. Por el contrario, valores intermedios de cohesividad, como los tratamientos del grupo “B” suelen ser deseables en nuggets de pollo ya que permiten un equilibrio entre firmeza e integridad estructural sin generar una textura excesivamente compacta (Bourne, 2002)

#### - Elasticidad

La elasticidad mostro variaciones más marcadas, con valores desde 8,67mm para la unidad de control y un rango de 4,55mm a 8,63mm. El tratamiento ( $t_0$ ) presento la mayor elasticidad, lo que sugiere una mayor capacidad de recuperación tras la deformación, características comunes en productos comerciales con mayor pérdida de humedad durante la fritura. Por el contrario, los tratamientos con incorporación de harinas especialmente en el ( $t_3$ ) con 4,55mm y el ( $t_6$ ) con 7,49mm, evidenciaron una menor elasticidad, lo que puede asociarse a una menor retención de agua y una matriz menos flexible. Según (Bourne, 2002), una mayor elasticidad en productos cárnicos está relacionada con una red proteica continua, condiciones favorecidas por la presencia de componentes funcionales de origen vegetal.

En la tabla 26 se presenta el análisis de varianza de elasticidad

**Tabla 26** *Análisis de varianza para Elasticidad (proporciones del componente)*

Fuente	SC	GL	CM	Valor F	Valor P
Modelo	67,45	14	4,82	57,51	<0,0001**
Tratamiento	67,04	10	6,70	80,02	<0,0001**
Replica	0,41	4	0,10	1,22	0,3189
Error	3,35	40	0,08		
Total	70,80	54			
CV (%)	3,74				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, MC: cuadros medios ajustado, Valor F: valor calculado, Valor P: probabilidad.

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

El análisis de varianza para la elasticidad de los nuggets de pollo elaborados con harina de chocho, quinua y maíz, indico que, el modelo fue altamente significativo con un valor-p de <0,0001, lo que indica que, las diferentes formulaciones evaluadas influyeron de manera significativa sobre esta propiedad textural. La elasticidad representa la capacidad del producto

de recuperar su forma después de una deformación, y es un atributo clave para la aceptabilidad sensorial en productos cárnicos empanizados (Bourne, 2002)

El término de tratamiento con valor-p de  $<0,0001$ , sugiere que la incorporación de ingredientes vegetales generó modificaciones estructurales relevantes en la matriz de nuggets. Esto se puede atribuir a la interacción entre las proteínas de la carne y los componentes funcionales de las harinas, como las proteínas, almidones, fibras, que afectan la conformación de la red del gel proteico durante la cocción y fritura. Estudios recientes han demostrado que la integración o sustitución parcial de la carne por proteínas de origen vegetal modifica las propiedades viscoelásticas de productos cárnicos debido a la interferencia en la formación de la red proteica (Barbut, 2023)

Las diferencias observadas en la elasticidad pueden estar relacionadas con cambios en la retención de agua y en la formación de microestructuras durante la fritura. Ingredientes como la quinua y el chocho, aportan polisacáridos y proteínas que pueden mejorar la retención de agua y la cohesión interna de la matriz alimentaria, lo cual favorece a una mayor recuperación después de la deformación. Por el contrario, formulaciones con exceso de ingredientes que no se integran adecuadamente en la red proteica pueden presentar menor elasticidad, reflejando una matriz más frágil (Kyriakopoulou & Keppler, 2021).

Dado que se evidenció una diferencia significativa de la incorporación de harina de chocho, quinua y maíz en la elasticidad, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para identificar los tratamientos que presentan diferencias significativas, como se muestra en la tabla 27.

**Tabla 27** Prueba de Tukey para Elasticidad (APT)

Tratamiento	Medias	n	E.E.							
$t_0$	8,67	5	0,13	A						
$t_7$	8,63	5	0,13		B					
$t_5$	8,51	5	0,13		B	C				
$t_2$	8,48	5	0,13		B	C				
$t_4$	8,06	5	0,13		B	C	D			
$t_{10}$	7,96	5	0,13			C	D	E		
$t_8$	7,88	5	0,13			C	D	E	F	
$t_9$	7,69	5	0,13				D	E	F	
$t_1$	7,63	5	0,13					E	F	
$t_6$	7,49	5	0,13						F	
$t_3$	4,55	5	0,13							F

**n:** tamaño de muestra, **E.E.:** error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) aplicada a la variable elasticidad permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados

muestran la formación de cinco grupos estadísticamente distintos (A, B, C, D E y F), lo que confirma que las formulaciones influyeron de manera diferencial sobre esta propiedad textural. El grupo “A”, conformado por los tratamientos  $t_0$  (8,67), presento los valores más altos de elasticidad, sin diferencias significativas entre ellos. Estos resultados sugieren que dichas formulaciones favorecieron la formación de una red proteica más elástica, probablemente debido a una mejor interacción entre las proteínas miofibrilares de la carne y los componentes funcionales de las harinas vegetales empleadas. Estudios recientes indican que en niveles adecuados de proteínas y almidones funcionales pueden mejorar la elasticidad al reforzar la estructura del gel cárnico durante la cocción (Barbut, 2023). El grupo “B” integrado por los tratamientos  $t_7$  (8,63),  $t_5$  (8,51) y  $t_2$  (8,48) mostraron valores similares de elasticidad al grupo “A”, pero superiores a los tratamientos de los grupos posteriores. Este comportamiento puede estar asociado a una menor eficiencia en la retención de agua o a una interacción menos estable entre los componentes de la matriz cárnica, lo que genera una estructura con menor capacidad de recuperación tras la deformación. Investigaciones previas han señalado que variaciones en la proporción de ingredientes vegetales pueden alterar la continuidad de la red proteica, afectando negativamente a la elasticidad (Kyriakopoulou & Keppler, 2021).

El grupo “C” conformado por los tratamientos  $t_4$  (8,06) y  $t_{10}$  (7,96) presento variaciones moderadamente bajas de elasticidad, diferenciándose significativamente de los grupos “A y B”, esto indica que estas formulaciones generaron una matriz cárnica menos resiliente, posiblemente debido a un mayor aporte de componentes no proteicos, como fibra, que puede interrumpir la formación de enlaces proteicos continuos. Según (Pintado & Delgado-Pando, 2020), a un exceso de fibra o una mala distribución de los ingredientes puede reducir las propiedades elásticas en productos cárnicos reformulados.

Por su parte el grupo “D”, integrado por los tratamientos  $t_8$  (7,88) y  $t_9$  (7,69), evidencio una elasticidad significativamente menor, lo que sugiere una estructura interna más rígida o frágil, con menor capacidad de recuperación. Este efecto puede estar relacionada con una disminución en la retención de agua o una red proteica debilitada, aspectos que han sido ampliamente reportados en productos cárnicos con la integración de harinas mal balanceadas (Samad et al., 2024).

Finalmente, los grupos “E y F”, corresponden a los  $t_1$  (7,63),  $t_6$  (7,49) y  $t_3$  (4,55), presento el valor más bajo de elasticidad, diferenciándose significativamente de todos los demás tratamientos. Este comportamiento indica una matriz estructuralmente menos elástica, característica típica de formulaciones sin ingredientes funcionales que mejoren la cohesión y elasticidad del producto. Resultados similares han sido reportados en estudios donde el

tratamiento de control carece de agentes estructurales y mejoradores de textura, presentando menor desempeño textural frente a formulaciones optimizadas (Kyriakopoulou & Keppler, 2021).

#### - **Masticabilidad**

La masticabilidad presento, un amplio rango de valores desde 22,42mJ para el ( $t_0$ ) hasta 32,76mJ a 50,26mJ para los tratamientos. El menor valor de los estudiados correspondió a la incorporación de 100% de harina de quinua ( $t_2$ ), lo que indica un producto más fácil de masticar, mientras que el resto de los tratamientos con mayor incorporación de las harinas mostraron incrementos progresivos en este parámetro, siendo el ( $t_{10}$ ) que presento la mayor masticabilidad con una combinación mayor de dureza, cohesividad y elasticidad resultando en un nugget que requiere mayor energía para ser masticado. Este comportamiento es coherente con lo descrito por (Bourne, 2002) quien señala que la masticabilidad es un parámetro integral que responde directamente a cambios estructurales en la matriz del alimento.

En la tabla 28 se presentan el análisis de varianza de la masticabilidad

**Tabla 28** *Análisis de varianza para Masticabilidad (proporciones del componente)*

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Modelo	3354,35	14	239,60	15,10	<0,0001**
Tratamiento	3262,29	10	326,23	20,56	<0,0001**
Replica	92,06	4	23,02	1,05	0,2353
Error	634,60	40	15,86		
Total	3988,95	54			
CV (%)	10,46				

**GL:** grados de libertad, **SC:** suma de cuadrados, **MC:** cuadros medios ajustado, **Valor F:** valor calculado, **Valor P:** probabilidad.

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

El análisis de varianza de la masticabilidad en la tabla 30, evidencio diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados valor-p < 0,05. el modelo resultado altamente significativo con un valor-p <0,0001, lo que indica que las variables estudiadas influyeron de manera directa sobre este parámetro textural. Así mismo, el factor tratamiento presento un valor-p <0,0001, confirmando que las distintas formulaciones afectaron significativamente la masticabilidad del producto. En contraste, el efecto de la réplica no fue significativo con un valor-p de 0,2353, lo que demuestra una adecuada repetibilidad experimental y estabilidad en las mediciones realizadas.

La masticabilidad representa la energía requerida para desintegrar un alimento hasta un estado apto para la deglución, y es el resultado de la interacción entre la dureza, cohesividad y elasticidad. Por tanto, las diferencias observadas entre tratamientos pueden atribuirse a cambios

en la estructura de la matriz cárnica ocasionados por la incorporación de harinas chocho, quinua y maíz, las cuales aportan proteínas, almidones y fibra dietética capaces de modificar la red proteica del nugget (Pintado & Delgado-Pando, 2020).

Diversos estudios han señalado que el aumento de ingredientes vegetales funcionales puede incrementar la masticabilidad cuando se logra una adecuada interacción con las proteínas miofibrilares, favoreciendo la formación de geles más resistentes. Sin embargo, un desbalance en la formulación puede generar estructuras excesivamente firmes o frágiles afectando negativamente a la aceptabilidad del producto (Pintado & Delgado-Pando, 2020). En este contexto, los resultados obtenidos indican que las formulaciones generaron diferencias claras en la resistencia mecánica del nugget durante la masticación.

Dado que se evidencio, una diferencia significativa de la incorporación de harina de chocho, quinua y maíz en la masticabilidad, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para identificar los tratamientos que presentan diferencias significativas, como se muestra en la tabla 29.

**Tabla 29** Prueba de Tukey para Masticabilidad (APT)

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
$t_0$	22,42	5	1,78	A		
$t_2$	32,76	5	1,78		B	
$t_7$	32,88	5	1,78		B	
$t_8$	32,96	5	1,78		B	
$t_4$	34,94	5	1,78		B	C
$t_5$	39,28	5	1,78		B	C
$t_9$	40,74	5	1,78		B	C
$t_3$	41,18	5	1,78		B	C D
$t_6$	41,80	5	1,78			C D E
$t_1$	49,72	5	1,78			D E
$t_{10}$	50,26	5	1,78			E

n: tamaño de muestra, E.E.: error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

La prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) aplicada a la masticabilidad permitió identificar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados muestran la formación de cinco grupos estadísticos (A-E), lo que confirma una alta sensibilidad de las variaciones en la formulación de los nuggets de pollo con harinas de chocho, quinua y maíz.

El tratamiento  $t_0$ , con una media de 22,42, se ubicó en el grupo “A”, presentando el valor más alto de masticabilidad. Este comportamiento a una reducción de los componentes vegetales para reforzar la matriz proteica, lo que genera estructuras menos resistentes a la masticación. En este sentido (Samad et al., 2024) indica una red proteica menos desarrollada que reduce la energía requerida para la desintegración del alimento durante el consumo.

Los tratamientos  $t_2$  (32,76),  $t_7$  (32,88) y  $t_8$  (32,96), se ubicaron en el grupo “B”. Estudios recientes señalan que niveles adecuados de harinas funcionales pueden mejorar la masticabilidad sin generar una textura excesivamente dura, manteniendo una aceptabilidad sensorial favorable (Pintado & Delgado-Pando, 2020)

Los tratamientos  $t_4$  (34,94),  $t_5$  (39,28),  $t_9$  (40,74) y  $t_3$  (41,80) se agruparon en el grupo “C”, presentando valores intermedios de masticabilidad. Este comportamiento refleja un equilibrio entre firmeza y facilidad de masticación, lo cual es deseado en productos cárnicos empanizados como los nuggets de pollo. Según (Domínguez et al., 2022), valores intermedios de masticabilidad suelen asociarse con una percepción sensorial más agradable, especialmente en productos destinados a un público amplio. Por otro lado, los tratamientos  $t_6$  (41,80) y  $t_1$  (49,72) conformaron el grupo “D”, mostrando una masticabilidad significativamente mayor. Ese aumento puede deberse indica una mayor energía requerida para la masticación, lo que puede asociarse a una estructura interna más firme y cohesiva. De acuerdo con la literatura, las proteínas cárnicas y componentes vegetales ricos en almidón y fibra que refuerzan la red estructural del producto (Pintado & Delgado-Pando, 2020)

Finalmente, el tratamiento  $t_{10}$  (50,26) se ubica en el grupo “E” respectivamente, presentado el valor más alto de masticabilidad. Estos resultados indican productos más duros y resistentes, lo que puede afectar negativamente la percepción de calidad del nugget, al asociarse con una textura más dura y consistente. Diversos autores señalan que masticabilidades demasiado duras pueden disminuir la aceptación del consumidor al percibirse como productos de alta firmeza estructural. (Domínguez et al., 2022)

Para la identificación del mejor tratamiento, se tomaron los tres mejores resultados de las formulaciones en cada análisis realizado y se identificó como el mejor tratamiento el que presento un comportamiento equilibrado (constante) en las variables respuesta con respecto al tratamiento de control.

En la tabla 30 se presenta el análisis del mejor tratamiento de propiedades funcionales y perfil de textura.

**Tabla 30** Identificación del mejor tratamiento: propiedades funcionales y análisis de perfil de textura

CRA	CAA	Dureza	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad
Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo
$t_1$	$t_{10}$	$t_2$	$t_7$	$t_7$	$t_2$
$t_6$	$t_7$	$t_7$	$t_3$	$t_5$	$t_7$
$t_7$	$t_9$	$t_9$	$t_6$	$t_2$	$t_8$
$t_2$	$t_5$	$t_6$	$t_4$	$t_4$	$t_4$
$t_8$	$t_2$	$t_1$	$t_{10}$	$t_{10}$	$t_5$

$t_5$	$t_1$	$t_8$	$t_5$	$t_8$	$t_9$
$t_9$	$t_6$	$t_4$	$t_1$	$t_9$	$t_3$
$t_3$	$t_8$	$t_5$	$t_2$	$t_1$	$t_6$
$t_{10}$	$t_4$	$t_{10}$	$t_9$	$t_6$	$t_1$
$t_4$	$t_3$	$t_3$	$t_8$	$t_3$	$t_{10}$

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Para determinar el mejor tratamiento se realizó de forma aleatoria, considerando los resultados obtenidos de los tres tratamientos más destacados en las propiedades funcionales (Capacidad de Retención de Agua y Capacidad Absorción de Aceite), así como el Análisis de Perfil de Textura de los nuggets de pollo. Se identificó al  $t_7$  (33,33 % harina de chocho, 33,33 % harina de quinua y 33,33 % harina de maíz) como el mejor tratamiento. Dado que este tratamiento presentó un comportamiento equilibrado en la mayor parte de las variables evaluadas, con un CRA adecuada, CAA controlada y APT aceptable principalmente con valores estables en dureza y elasticidad, a pesar de que en cohesividad y masticabilidad no se encuentra dentro de los tres primeros tratamientos sus valores pueden considerarse moderados, puesto que en sus análisis de varianza no presentaron diferencia significativa.

En la tabla 31 se presenta el mejor tratamiento obtenido de los análisis de propiedades funcionales y perfil de textura.

**Tabla 31** *Mejor tratamiento de propiedades funcionales y perfil de textura*

Tratamiento	Parámetro	Valor
$t_7$	CRA	65,60 %
	CAA	19,83 %
	Dureza	9,10 N
	Cohesividad	0,56
	Elasticidad	7,27 mm
	Masticabilidad	32,88 mJ

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Se puede observar que, los valores obtenidos del mejor tratamiento  $t_7$  (33,33% harina de chocho, 33,33% harina de quinua y 33,33% harina de maíz) en la capacidad de retención de agua tiene un 65,60%, en capacidad de absorción de aceite 19,83%, en dureza 9,10 N, en cohesividad 0,56, en elasticidad 7,27mm y en masticabilidad 32,88mJ. Se puede evidenciar una alta CRA, además de una adecuada CAA donde la mezcla balanceada entre los componentes presentó valores más estables permitiendo aprovechar las propiedades funcionales individuales generando un producto con características favorables y con potencial de aceptación sensorial.

### 2.10.3. Evaluar la aceptabilidad sensorial de los nuggets de pollo elaborados mediante un panel sensorial.

#### 2.10.3.1. Atributo de Color

A continuación, se presenta la apreciación del atributo color de los diferentes tratamientos según el panel semi entrenado como se muestra en la tabla 32 del análisis de varianza aplicado el atributo color.

**Tabla 32** Análisis de Varianza de Color

Fuente de varianza	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	66,19	39	1,70	2,58	<0,0001
Tratamiento	50,30	10	5,03	7,64	<0,0001*
Catadores	15,89	29	0,55	0,83	0,7169
Error	190,98	290	0,66		
Total	257,16	329			
CV(%)	25,65				

GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: calculado, P-valor: probabilidad

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

A partir de los datos obtenidos del análisis de varianza del atributo color, en donde se consideró una gama de colores conforme a la fritura de los nuggets de pollo en una escala de dorado intenso, dorado medio, dorado claro, marrón claro, amarillo pálido. Se observó que los tratamientos presentan un valor de p de <0,0001, inferior a 0,05 demostrando que existe una diferencia significativa razón por la cual se acepta H.1 y se rechaza H.0. Señalando así una influencia significativa de las propiedades funcionales de la harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz.

En la tabla 33 se aplica la prueba de Tukey al 5%, en el cual se reconoce los tratamientos específicos que presentan significancia.

**Tabla 33** Prueba de Tukey a los Tratamiento.

Tratamiento	Media	N	E.E.			
t7	3,87	30	0,15	A		
t0	3,47	30	0,15	A	B	
t2	3,43	30	0,15	A	B	
t6	3,37	30	0,15	A	B	
t4	3,30	30	0,15	A	B	C
t10	3,23	30	0,15	A	B	C
t3	3,17	30	0,15		B	C
t9	3,17	30	0,15		B	C
t1	2,60	30	0,15			C
t8	2,60	30	0,15			C

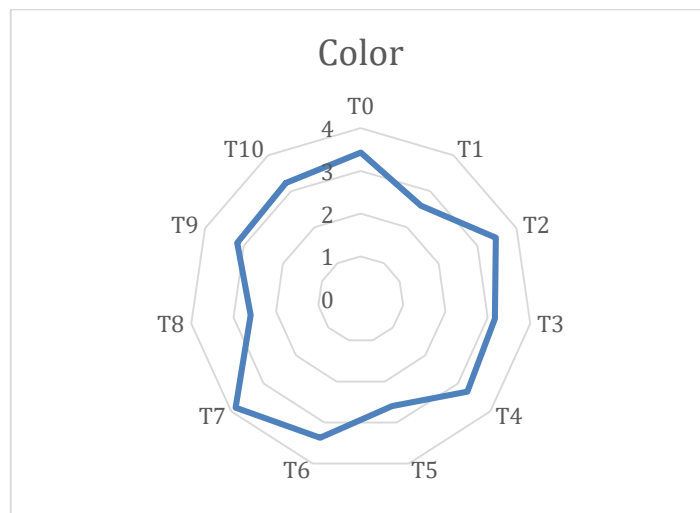
t5	2,60	30	0,15	C
----	------	----	------	---

n:tamaño de muestras; E.E.: error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Al realizar la prueba de Tukey, en la valoración de atributo del color, se presenta tres tipos de rangos (A,B,C) se observa que el  $T_7$  (33,33% de harina de chocho, 33,33 %harina de quinua, 33,33% de harina de maíz) con una media de 3,87, seguido del  $T_0$  (100% harina de trigo) con una media de 3,47 y el  $T_2$  (0% de harina de chocho, 100% de harina de quinua, 0% de harina de maíz) con una media de 3,43 levemente inferior al  $T_7$ , esto se debe ala escala de colores característicos de los ingredientes utilizados.

Para una mejor discusión de los atributos de color, en la influencia de la harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz, se realizó un gráfico de radial que se presenta a continuación.



**Gráfico 3 Gráfico Radial Atributo Color**

En la evaluación sensorial del atributo de color se evidenció una diferencia clara entre los tratamientos analizados, destacando el tratamiento  $T_7$  (33,33% de harina de chocho, 33,33% de harina de quinua, 33,33% de harina de maíz), el cual presentó un valor promedio mayor. Este comportamiento se asocia con una tonalidad más atractiva, caracterizada por un dorado intenso, atributo altamente valorado en los consumidores en productos empanizados sometidos a procesos de fritura.

La combinación equilibrada de harinas en el  $T_7$  favoreció el desarrollo controlado de las reacciones de Maillard durante la fritura, lo que contribuyó a una mayor uniformidad y estabilidad del color superficial del producto. Así mismo la presencia de compuestos fenólicos y pigmentos naturales son provenientes principalmente de la quinua y el chocho, influyó

positivamente en la intensidad y estabilidad del color, mientras que la harina de maíz aportó tonalidades doradas características, propias de productos fritos (Verma et al., 2019).

Según los resultados concuerdan con lo reportado por (Akesowan et al., 2024) quienes indicaron formulaciones de nuggets de pollo enriquecidos con harinas de granos andinos alcanzaron mayores puntuaciones sensoriales para el atributo color, especialmente cuando se logró un adecuado equilibrio entre proteínas y carbohidratos. De manera similar (Gutiérrez-Silva et al., 2023) determinaron que la uso de mezclas de harinas con alto contenido de proteínas y fibras no afectó negativamente al color esperado de nuggets de pollo manteniéndolo dentro de rangos aceptables para el consumidor. Asimismo, (Panduro-Castañeda, 2015) demostró que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua generó efectos significativos sobre los parámetros de color, reforzando la evidencia de que el empleo de harinas alternativas influye directamente en los atributos cromáticos del producto final.

### 2.10.3.2. Atributo de Olor

En la tabla 34 se muestra el análisis de varianza de atributo de olor.

**Tabla 34** *Análisis de Varianza de Olor.*

<b>Fuente de varianza</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	48,43	39	1,24	2,95	<0,0001
Tratamiento	25,94	10	2,59	6,17	<0,0001*
Catadores	22,49	29	0,78	1,85	0,0065
Error	121,88	290	0,42		
Total	170,31	329			
CV(%)	19,50				

**GL:** grados de libertad, **SC:** suma de cuadrados, **CM:** cuadrados medios, **F:** calculado, **p-valor:** probabilidad

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

En la obtención de los datos del análisis de varianza del atributo de olor se muestra que los tratamientos presentan un valor de p-valor de <0,0001, inferior a 0,05 lo que muestra que existe diferencias significativas por la cual se acepta H.1 y se rechaza H.0. Señalando así una influencia significativa de las propiedades funcionales de la harina de chocho, harina de quinua y harina de maíz, en el cual se les dio una escala de muy apetitoso, apetitoso, aceptable, poco apetecible y rancio.

Al verificar que existe diferencia significativa en los tratamientos en la tabla 35 se muestra la prueba de Tukey al 5% para establecer los tratamientos específicos que son significativamente diferentes.

**Tabla 35 Prueba de Tukey de los Tratamientos**

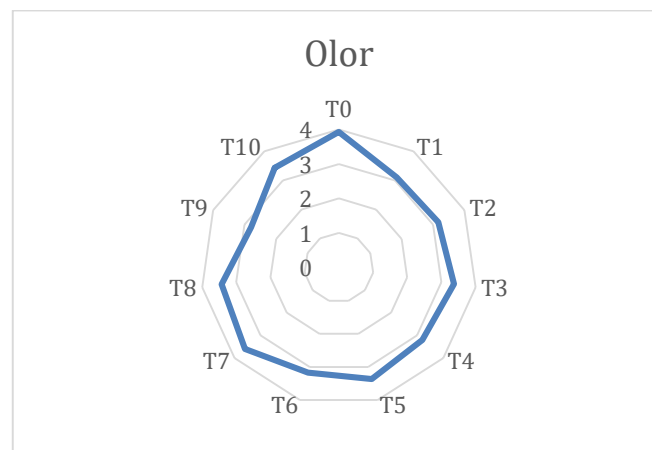
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
t0	3,93	30	0,12	A	
t7	3,60	30	0,12	A	
t10	3,43	30	0,12	A	B
t8	3,43	30	0,12		B
t5	3,37	30	0,12		B
t3	3,37	30	0,12		B
t4	3,20	30	0,12	B	C
t2	3,17	30	0,12	B	C
t6	3,17	30	0,12	B	C
t1	3,10	30	0,12	B	C
t9	2,80	30	0,12		C

**n:**tamaño de muestras; **E.E:** error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Al realizar la prueba de Tukey, en la evaluación del atributo del olor se evidencio tres tipos rango (A,B,C) se observó que el  $T_0$ (100% de harina de trigo) con una media de 3,93 , seguidamente del  $T_7$  (33,33%de harina de chocho, 33,33 de harina de quinua, 33,33 de harina de maíz)con un media de 3,60 y  $T_{10}$  (16,7% de harina de chocho, 16,7% de harina de quinua, 66,7% de harina de maíz) con una media de 3,43 lo que esto indica que en el atributo de olor va a depender de las diferentes preferencias de los catadores en la evaluación de los nuggets de pollo.

Para una mejor discusión de los atributos de olor, en la influencia de la harina de chocho, harina de quinua, harina de maíz se realizó un gráfico de radial que se presenta a continuación.



**Gráfico 4 Grafico Radial Atributo Olor**

El tratamiento  $T_0$  presentó la mejor puntuación sensorial en comparación con el resto de los tratamientos, lo que indica una percepción aromática más intensa y características típicas de

un producto cárnico empanizado. Por su parte el tratamiento  $T_7$  se posicionó en segundo lugar, con un aroma más equilibrado, probablemente debido a la adecuada proporción de harinas de granos andinos que favoreció la interacción entre proteínas, lípidos y carbohidratos. Esta interacción promovió la formación de compuestos como aldehídos, pirazinas y furanos, generados principalmente por la reacción de Maillard y la oxidación lipídica controlada, contribuyendo al desarrollo del aroma característico del producto (Zhang et al., 2024)

Si bien el  $T_0$  presentó un aroma significativamente más intenso en comparación con el  $T_7$ , este último evidenció un perfil aromático más balanceado, atribuible a la proporción adecuada de las harinas empleadas. Según (Lawless & Heymann, 2013) señalaron que los productos reformulados con leguminosas y pseudocereales tienden a desarrollar aromas menos intensos, pero más estables y naturales diferenciándose de los nuggets comerciales convencionales, los cuales suelen priorizar la intensidad aromática.

De manera concordante, (Pintado et al., 2025) observaron que los nuggets comerciales, en comparación con tratamientos experimentales, presentan perfiles aromáticos más intensos y homogéneos. Este comportamiento se atribuye a formulaciones industriales que incorporan grasas refinadas, azúcares y condimentos específicos, los cuales favorecen la generación constante de compuestos volátiles aromáticos.

### 2.10.3.3. *Atributo de Sabor*

En la tabla 36 se presenta el análisis de varianza aplicado al atributo de sabor.

**Tabla 36** *Análisis de Varianza de Sabor*

<b>Fuente de varianza</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	68,12	39	1,75	2,76	<0,0001
Tratamiento	35,62	10	3,56	5,64	<0,0001*
Catadores	32,49	29	1,12	1,77	0,0103
Error	183,28	290	0,63		
Total	251,40	329			
CV (%)	22,10				

**GL:** grados de libertad, **SC:** suma de cuadrados, **CM:** cuadrados medios, **F:** calculado, **p-valor:** probabilidad

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

En la obtención de los datos en el análisis de varianza del atributo de sabor, se observa que los tratamientos presentan un p-valor de <0,0001\* siendo esto inferior al 0,05 lo que muestra que hay diferencia significativa por lo tanto se acepta  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Esto presenta una influencia significativa de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de chocho,

harina de quinua, harina de maíz en la evaluación de aceptabilidad sensorial del atributo de sabor de los nuggets de pollo, para los cuales se tomó una escala como atractivo, equilibrado, aceptable, insípido, extraño.

Al corroborar que existen una diferencia significativa de los tratamientos, en la tabla 37 se utiliza la prueba de Tukey al 5% para establecer los tratamientos que presentan diferencias significativas.

**Tabla 37** Prueba de Tukey de los tratamientos

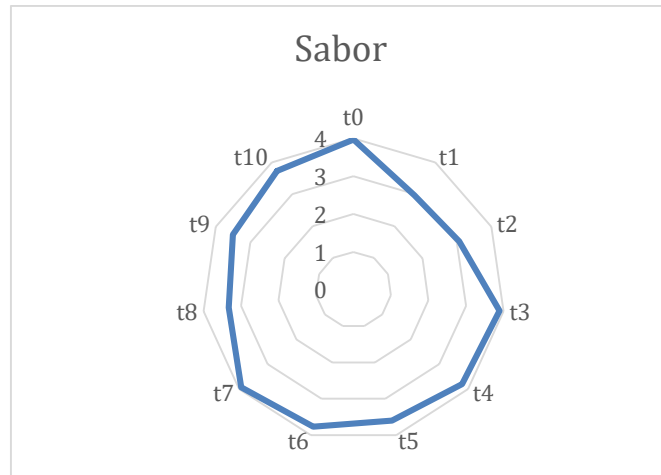
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
t0	3,97	30	0,15	A	
t7	3,93	30	0,15	A	
t3	3,90	30	0,15	A	
t4	3,80	30	0,15	A	
t6	3,77	30	0,15	A	
t10	3,73	30	0,15	A	B
t5	3,60	30	0,15	A	B
t9	3,50	30	0,15	A	B
t8	3,33	30	0,15		B
t2	3,07	30	0,15		B
t1	3,97	30	0,15		B

n. tamaño de muestra; E.E: error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Al ejecutar la prueba de Tukey, en la evaluación del atributo de sabor se presenta tres tipos de rangos (A,B,C) se obtuvo como mejor tratamiento el  $t_0$  (100% de harina de trigo) con una media de 3,97 la cual es alta ante el  $t_7$  (33,33% de harina de chocho, 33,33% de harina de quinua, 33,33% de harina de maíz) con una media de 3,93 el  $t_3$  (100% de harina de maíz) con una media de 3,90, esto indicando que el atributo de sabor depende de las diferentes preferencias de cada uno de los catadores en la evaluación de nuggets de pollo.

Para una mejor discusión de los atributos de sabor, en la influencia de la harina de chocho, harina de quinua, harina de maíz, se realizó un gráfico de radial que se presenta a continuación.



**Gráfico 5 Gráfico Radial Atributo Sabor**

El atributo sabor evidenció que la mayoría de catadores percibieron como más equilibrados a los tratamientos  $t_0$  (100% de harina de trigo), el  $t_7$  (33,33% de harina de chocho, 33,33% de harina de quinua, 33,33% de harina de maíz). Estos resultados indican que dichas formulaciones lograron un perfil gustativo armónico, comparable al de productos cárnicos empanizados convencionales. En este contexto (Pintado et al., 2025) señalaron que, al comparar nuggets de pollo comerciales con formulaciones experimentales, los productos industriales suelen presentar sabores más intensos y homogéneos. Este comportamiento atribuye al uso de potenciadores de sabor, sales, grasas refinadas y condimentos estandarizados, los cuales favorecen la percepción de umami, salinidad y notas características de pollo frito, diseñadas específicamente para maximizar la aceptación del consumidor.

De manera concordante, (Naghdi et al., 2025) reportaron que la incorporación de harinas vegetales como sustitutos parciales de la harina de trigo en nuggets y otros productos cárnicos no afecta negativamente el atributo sabor cuando la formulación es optimizada, manteniéndose niveles de aceptabilidad similares a los nuggets comercial. Estos hallazgos respaldan la viabilidad del uso de ingredientes alternativos sin detrimento significativo de la calidad sensorial.

La inclusión de harina de maíz en la elaboración de los nuggets de pollo se asoció con puntuaciones superiores en el atributo sabor, aproximándose al perfil sensorial de nuggets comerciales. Este efecto se explica por su aporte de carbohidratos fermentables, los cuales favorecen el desarrollo de reacciones de Maillard durante la fritura, generando compuestos responsables de sabores y aromas típicos de productos dorados y fritos. Estudios previos indicaron que el maíz contribuye al desarrollo de sabores intensos y agradables en productos

cárnicos empanizados debido a una mayor formación de compuestos volátiles asociados con percepciones gustativas agradables (Ali et al., 2025).

#### 2.10.3.4. Atributo de Textura

En la tabla 38 se presenta el análisis de varianza de textura.

**Tabla 38** *Análisis de Varianza de Textura.*

Fuente de varianza	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,36	39	1,32	2,26	0,0001
Tratamiento	36,01	10	3,60	6,18	<0,0001*
Catadores	15,38	29	0,53	0,91	0,6037
Error	169,08	290	0,58		
Total	220,47	329			
CV(%)	23,08				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: calculado, p-valor: probabilidad

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

A partir de la obtención de los datos en el análisis de varianza del atributo de textura, se consideró una escala que va desde perfectamente crocante y jugosa, crocante por fuera, ligera crocancia, muy suave, muy seca. Se observó que los tratamientos presentan un p-valor de <0,0001\* siendo este inferior a 0,05, evidenciando que en los tratamientos existen diferencia significativa, razón por la cual se acepta H.1. y se rechaza H.0. Señalando que hay una influencia significativa de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de chocho, harina de quinua, harina de maíz en la evaluación de aceptabilidad sensorial del atributo de sabor de los nuggets de pollo.

Al corroborar que existen tratamiento con diferencia significativa en la tabla 39 se muestra la aplicación de la prueba de Tukey al 5% para establecer los tratamientos que presentan diferencias significativas.

**Tabla 39.** *Prueba de Tukey a los tratamientos*

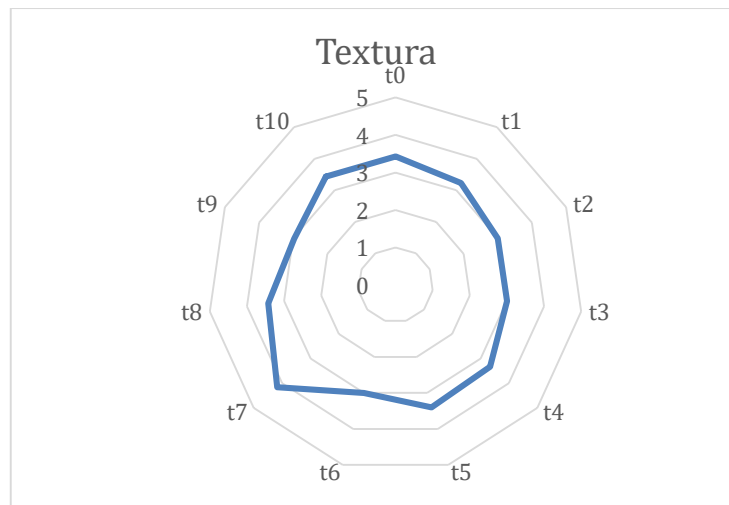
Tratamiento	Medias	n	E.E.	
t7	4,17	30	0,14	A
t0	3,43	30	0,14	B
t10	3,43	30	0,14	B
t8	3,43	30	0,14	B
t5	3,40	30	0,14	B
t4	3,33	30	0,14	B
t1	3,23	30	0,14	B
t2	3,00	30	0,14	B
t3	3,00	30	0,14	B
t6	3,00	30	0,14	B
t9	2,97	30	0,14	B

n. tamaño de muestra; E.E: error experimental

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Al realizar la prueba de Tukey, en la evaluación del atributo de textura se presenta dos rangos (A,B), en donde se observa que el  $t_7$  (33,33% de harina de chocho, 33,33% de harina de quinua, 33,33% de harina de maíz) con una media de 4,17, seguidamente del  $t_0$  con una media de 3,43 respectivamente, lo que indica que el atributo de textura va dependiendo de las diferentes preferencias de cada catador en la evaluación de nuggets de pollo.

Para una mejor discusión del atributo de textura en la influencia de la harina de chocho, harina de quinua, harina de maíz, se realizó un gráfico radial que se presenta a continuación.



**Gráfico 6 Gráfico Radial Atributo Textura**

Los resultados obtenidos para el atributo textura evidenciaron que el tratamiento con mayor puntuación sensorial correspondió a la formulación estabilizada con harina de chocho, quinua y maíz, lo que indica que la interacción sinérgica de estos ingredientes favoreció el desarrollo de una estructura más estable y sensorialmente aceptable. Este comportamiento puede explicarse por el aporte funcional de cada harina: alto contenido proteico del chocho contribuyó a mejorar la cohesividad de la matriz cárnica; la quinua incrementó la capacidad de retención de agua y la elasticidad; mientras que la harina de maíz aportó firmeza estructural durante el proceso de fritura (Akesowan et al., 2024)

De manera similar, investigaciones realizadas en nuggets extendidos con harinas de leguminosas evidenciaron que el atributo de textura no presentó diferencias significativas respecto al producto comercial, siempre que la formulación mantuviera un equilibrio adecuado entre proteínas y carbohidratos, lo cual favorece la estabilidad estructural del producto (Abiala et al., 2022).

Asimismo, (Naghdi et al., 2025) indicaron que la combinación de fuentes vegetales ricas en proteínas y fibra permitió desarrollar nuggets con texturas sensorialmente aceptables, incluso en formulaciones con reducción de grasa, reforzando la viabilidad tecnológica de mezclas balanceadas de harinas como alternativa al uso de estabilizantes y aditivos empleados en productos industriales.

Por otro lado, (Kesemen & Akköse, 2024) estudios sobre nuggets fortificados con harina de quinua revelaron que su incorporación en niveles moderados mejora indicadores textuales como dureza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad en comparación con nuggets comerciales. Sin embargo, niveles elevados de sustitución pueden generar texturas más débiles o menos deseables, lo que evidencia la existencia de un punto óptimo de inclusión para maximizar la calidad textural. Adicionalmente, la composición de carbohidratos y fibra presentes en las harinas de chocho y maíz influye en la formación de geles proteicos, mecanismo estrechamente relacionado con la percepción de firmeza y elasticidad en productos cárnicos empanizados.

#### 2.10.4. Identificación del mejor tratamiento

En la tabla 40 se observa los parámetros analizados en los nuggets de pollo para determinar el mejor tratamiento.

**Tabla 40** *Identificación del mejor tratamiento*

Color	Olor	Sabor	Textura
$t_7$	Testigo	Testigo	$t_7$
Testigo	$t_7$	$t_7$	Testigo
$t_2$	$t_{10}$	$t_3$	$t_{10}$
$t_6$	$t_8$	$t_4$	$t_8$
$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_5$
$t_{10}$	$t_3$	$t_{10}$	$t_4$
$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_1$
$t_9$	$t_2$	$t_9$	$t_2$
$t_1$	$t_6$	$t_8$	$t_3$
$t_8$	$t_1$	$t_2$	$t_6$
$t_5$	$t_9$	$t_1$	$t_9$

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Para determinar el mejor tratamiento se realizó de forma aleatoria en el cual se recopila los datos de todos los tratamientos, se identificó como el mejor tratamiento al  $t_7$  (33,33% de harina

de chocho, 33,33% de harina de quinua y 33,33% de harina de maíz), dado que se consideró como la primera fila, de los datos obtenidos de los parámetros sensoriales se realizó la comparación con un testigo, considerando que se asemeja más al testigo puesto que estos nos permiten evaluar si los tratamientos introducidos han tenido un impacto apreciable en las características sensoriales del alimento ayudándonos a validar la calidad sensorial del producto y determinar si los consumidores prefieren en el producto original o los cambios realizados son más atractivos, así como también asegurar que el producto final se mantiene dentro de los estándares de calidad establecidos.

En la tabla 41 se presenta el cuadro de la obtención del mejor tratamiento de las evaluaciones de aceptabilidad sensorial.

**Tabla 41** Identificación del mejor tratamiento

Tratamiento	Parámetro	Características	Medias
$t_7$	Color	Dorado intenso	3,87
	Olor	Muy apetecible	3,60
	Sabor	Atractivo	3,93
	Textura	Perfectamente crocante y jugosa	4,17

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Se presentan las características del mejor tratamiento, correspondiente al tratamiento  $t_7$  formulado con (33,33% de harina de chocho, 33,33% de harina de quinua y 33,33% de harina de maíz). Este tratamiento obtuvo la mayor aceptación sensorial por parte de los panelistas en la evaluación de los distintos parámetros analizados, mostrando además características similares al tratamiento de control.

El desempeño superior del tratamiento  $t_7$  se explica por su formulación equilibrada de harinas de chocho, quinua y maíz, la cual permitió una interacción adecuada entre proteínas, almidones y fibra. Esta combinación favoreció la formación de una matriz estructural más estable, lo que se reflejó en una textura firme, cohesiva y jugosa, con atributos sensoriales comparables a los observados en nuggets comerciales (Abiala et al., 2022).

Así mismos, el comportamiento favorable en el atributo sabor sugiere que la proporción equilibrada de las tres harinas permitió mantener un perfil gustativo armónico, evitando la aparición de sabores intensos o residuales que suelen manifestarse cuando se emplean harinas alternativas sin un adecuado balance en la formulación. En relación con el atributo de olor,  $t_7$  presentó una valoración positiva, lo que indica que la combinación de chocho quinua y maíz no promovió la generación de compuestos aromáticos durante el proceso de cocción. En

concordancia, investigaciones recientes han demostrado que la formulación balanceada de ingredientes vegetales redujo la percepción de olores atípicos y mejora la aceptación sensorial en productos cárnicos reformulados. (El-Sohaimy et al., 2022).

## 2.10.5. Analizar parámetros bromatológicos y microbiológicos del mejor tratamiento

### 2.10.5.1. Análisis de parámetros bromatológicos del mejor tratamiento

Una vez identificado el mejor tratamiento, se aplicó el análisis de parámetros bromatológicos al tratamiento  $t_7$  y la unidad de control. La evaluación comparativa de estos parámetros permitió evidenciar la influencia de harinas de chocho, quinua y maíz sobre la composición proximal del nugget de pollo. Los resultados se presentan en la tabla 42.

**Tabla 42** Resultados de parámetros bromatológicos

Parámetros	Unidad de control (%)	Mejor tratamiento (%)	Método / Norma
Humedad total	36,83	50,65	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
Materia seca	63,17	49,35	Cálculo
Proteína	16,03	22,77	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
Fibra	1,10	5,03	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
Grasa	17,74	14,14	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
Ceniza	4,49	2,89	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
Materia orgánica	95,51	97,11	Cálculo

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Los resultados bromatológicos comparados entre la unidad de control y el mejor tratamiento  $t_7$  evidencian modificaciones relevantes en la composición proximal del nugget de pollo tras la incorporación de harinas de chocho, quinua y maíz. Estas variaciones responden a la naturaleza nutricional y funcional de los ingredientes empleados y reflejan cambios que pueden influir directamente en la calidad nutricional y tecnológica de producto final.

En primer lugar, el contenido de humedad total, mostro un incremento significativo en el mejor tratamiento 50,65% en comparación con la unidad de control 38,83 %. Este aumento puede atribuirse a la capacidad de retención de agua de las proteínas vegetales y fibra dietética presentes en el chocho y la quinua, las cuales favorecen la formación de estructuras gelificadas más estables dentro de la matriz cárnica. Diversos estudios han señalado que la incorporación de ingredientes vegetales ricos en proteínas y fibra mejora la retención de agua en productos cárnicos, incrementando su jugosidad y rendimiento después de la cocción (Zhou et al., 2023)

De manera complementaria, el contenido de materia seca fue mayor en la unidad de control 63,17% y menor en el tratamiento  $t_7$  49,35%, lo cual se explica por la relación inversa existente entre humedad y materia seca. La disminución de este parámetro en el  $t_7$  responde al mayor contenido de agua retenida en el producto condición considerada tecnológicamente favorable, ya que una mayor humedad suele asociarse con mejor textura, menor dureza y mayor aceptación sensorial en nuggets de pollo.(Zhou et al., 2023)

En cuanto al contenido de proteína, el mejor tratamiento presentó un valor superior de 22,77 % en comparación con la unidad de control de 16,03 %. Este incremento se atribuye principalmente al alto contenido de proteico de las harinas de chocho y quinua, reconocidas como fuentes de proteínas vegetales de alta calidad. Investigaciones recientes destacan que la incorporación de estas harinas en productos cárnicos mejora el perfil nutricional sin afectar negativamente sus propiedades funcionales.(Vega & Cortés, 2020)

El contenido de fibra dietética fue considerablemente mayor en el tratamiento  $t_7$  de 5,03 % respecto al de la unidad de control con 1,10 %. Estos resultados concuerdan con la literatura, que indica que la adición de harinas vegetales incrementa significativamente el contenido de fibra en productos cárnicos, aportando beneficios nutricionales y tecnológicos, como la reducción de la absorción de grasa y aceite durante la fritura (Serrano-León et al., 2024)

El contenido de grasa fue menor en el tratamiento  $t_7$  de 14,14 % en comparación con la unidad de control de 17,74 %, lo que sugiere una menor absorción de aceite durante el proceso de fritura. Esta reducción coincide con lo reportando (Dangal et al., 2024) quienes señalaron que la incorporación de ingredientes ricos en fibra puede disminuir la absorción de aceite al generar una estructura más densa y menos permeable durante la cocción. Desde el punto de vista nutricional, esta característica resulta favorable, ya que menores niveles de grasa se asocian con un perfil lipídico mejorado. Los valores de ceniza presentaron diferenciarse entre tratamientos, con 2,89 % en el  $t_7$  y 4.49% en la unidad de control. La ceniza presenta el contenido mineral total del alimento y, aunque la reducción observada no se considera negativa, puede reflejar una dilución de minerales propios de la carne debido a la incorporación de ingredientes vegetales. No obstante, (Gomes et al., 2023) indican que las variaciones en el contenido de ceniza no necesariamente implican una disminución del valor nutricional, sino una redistribución de minerales entre los diferentes componentes de la formulación.

Finalmente, el contenido de materia orgánica fue ligeramente mayor en el tratamiento  $t_7$  de 97,11 % en comparación con la unidad de control de 95,51 %, lo que indica que una mayor

proporción de compuestos orgánicos principalmente de proteínas, carbohidratos y lípidos en la formulación enriquecida con harinas vegetales. Este resultado confirma que la incorporación de harinas chocho, quinua y maíz contribuye al incremento de nutrientes de interés dietético, sin comprometer la integridad global del nugget de pollo.

#### 2.10.5.2. Análisis microbiológicos del mejor tratamiento

Una vez identificado el mejor tratamiento, las muestras correspondientes al tratamiento  $t_7$  fueron trasladadas al laboratorio inmediatamente después de su elaboración. Se evaluaron los parámetros microbiológicos: Aerobios Mesófilos, E. Coli, Estafilococcus Aureos y Salmonella spp, con el objetivo de verificar la inocuidad microbiológica del producto. Los resultados se encuentran en la tabla 43.

**Tabla 43** Resultados microbiológicos

Parámetros	Resultados	VLP*	Método/Norma
Aerobios Mesófilos, UFC/g	$0,7 \times 10^2$	$< 10^3$	AOAC 990.12
E. coli, UFC/g	Ausencia	$< 10$	NTE INEN 1529-13
Estafilococcus Aureos UFC/g	Ausencia	$< 10$	Petrifilm AOAC991
Salmonella UFC/g	Ausencia	Ausencia	AOAC.2003.9

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)

El análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento seleccionado  $t_7$ , permitió evaluar la inocuidad del nugget de pollo formulado con harinas de chocho, quinua y maíz. Los parámetros analizados incluyeron recuento de *Aerobios mesófilos*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp.*, los cuales constituyen indicadores fundamentales de calidad higiénico-sanitaria en productos cárnicos procesados.

El recuento de *aerobios mesófilos* presenta un valor de  $0,7 \times 10^2$  UFC/g, el cual se encuentra muy por debajo del límite máximo permisible ( $< 10^3$  UFC/g) establecido para productos cárnicos cocidos. Este bajo recuento evidencia una adecuada calidad microbiológica del producto y refleja la aplicación de buenas prácticas de manufactura durante las etapas de elaboración, cocción y manipulación.

En cuanto a *Escherichia coli*, se determina ausencia ( $< 10$  UFC/g), mediante el método NTE INEN 1529-13, lo que indica que el producto no presenta contaminación fecal ni deficiencias en las condiciones higiénicas del proceso. La ausencia de *E.coli* constituye un indicador clave de inocuidad, especialmente en productos cárnicos reestructurados, y su control es indispensable para garantizar la seguridad alimentaria (INEN, 2021)

El análisis de *Staphylococcus aureus* muestra igualmente ausencia (< 10 UFC/g), de acuerdo con el método de la AOAC 991. Este resultado sugiere que una correcta manipulación del producto, dado que este microorganismo suele asociarse con contaminación cruzada durante el manejo post-cocción. La ausencia de *S. aureus* minimiza el riesgo de producción de enterotoxinas termoestables, las cuales podrían comprometer la seguridad del consumidor.

Finalmente, el análisis de *Salmonella spp.*, indicó ausencia en la muestra, conforme al método AOAC 2003.9, cumpliendo plenamente con los criterios microbiológicos establecidos para productos cárnicos listos para el consumo. La ausencia de este patógeno es esencial, dado que la *salmonella* representa uno de los principales riesgos microbiológicos asociados en la carne de ave (FAO/OMS, 2022)

## 2.11. Balance de Materia

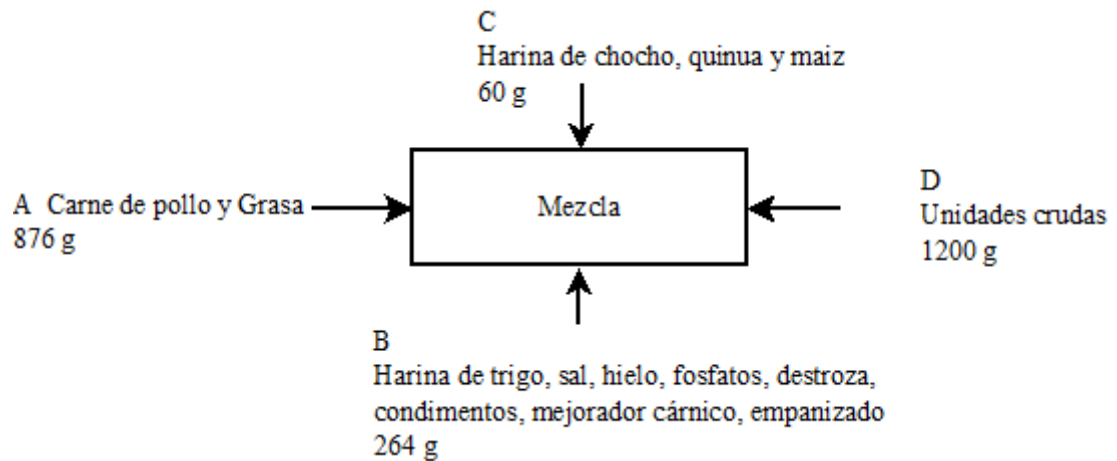
### 2.11.1. Balance de materia en la elaboración del nugget de pollo

En la siguiente tabla 44, se presenta composición de los ingredientes del mejor tratamiento  $t_7$  utilizados para la elaboración del nugget de pollo, con la finalidad de realizar el balance de materia.

**Tabla 44** Composición del mejor tratamiento

Ingrediente	Porcentaje (%)	Cantidad (g)
Carne de pollo	69,00	828,0
Hielo picado	10,00	120,0
Harina de trigo	5,00	60,0
Harina de chocho, quinua y maíz	5,00	60,0
Grasa	4,00	48,0
Sal	1,00	12,0
Fosfatos alimentarios	0,30	3,6
Destroza	0,50	6,0
Condimentos	0,70	8,4
Mejorador cárnico	0,50	6,0
Empanizado	4,00	48,0
Total	100%	100,0

**Fuente:** Autores (Flores & Ramirez, 2025)



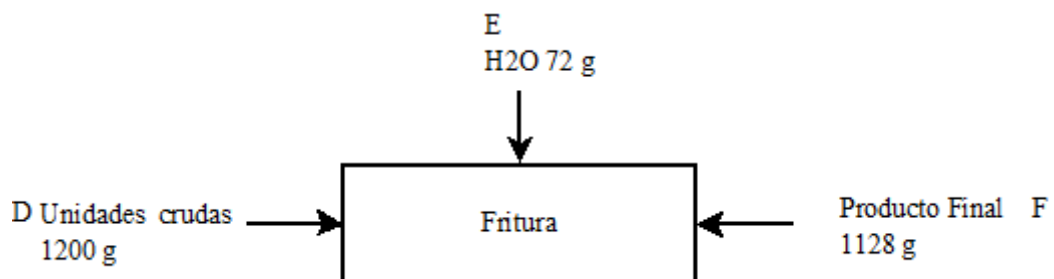
Fuente: Autores (Flores & Ramirez, 2025)

### Balance general en la mezcla de ingredientes

$$A + B + C = D$$

$$876 \text{ g} + 264 \text{ g} + 60 \text{ g} = D$$

$$D = 1200 \text{ g}$$



Fuente: Autores (Flores & Ramirez, 2025)

### Balance general de la fritura

$$D = E + F$$

$$1200 \text{ g} = E + 1128 \text{ g}$$

$$E = 1200 \text{ g} - 1128 \text{ g}$$

$$E = 72 \text{ g}$$

## 3. IMPACTOS

La evaluación de las propiedades funcionales de nuggets de pollo elaborados con harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y harina de maíz (*Zea mays*) podrá tener un impacto significativo en la industria alimentaria, especialmente en el desarrollo de productos más nutritivos y accesibles. Este proyecto promoverá la innovación en el sector de alimentos procesados, así mismo, influenciara a la diversificación de ingredientes andinos subutilizados, como el chocho, la quinua y el maíz, que son ricos en

proteínas, fibra y aminoácidos esenciales. Además, al incorporar estas harinas en productos cárnicos, se mejorará el perfil nutricional de los nuggets, ofreciendo una alternativa más saludable para los consumidores.

### **3.1. Técnico.**

Este proyecto tiene un impacto positivo al demostrar que es posible mejorar las propiedades funcionales y texturales del producto sin comprometer la aceptabilidad del consumidor. Los resultados de la dureza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad evidencian una estructura cárnica estable, atribuida a la interacción de proteínas miofibrilares de la carne de pollo y componentes proteicos y polisacáridos presentes en el chocho, quinua y maíz. Así mismo, la capacidad de retención de agua y capacidad de absorción de aceite demostraron que la jugosidad del producto no fue comprometida presentando resultados estables durante el proceso productivo, lo que facilita su replicabilidad a escala industrial. Este impacto fortalece la innovación de productos cárnicos funcionales, alineándose con las tendencias actuales de reformulación y mejora nutricional.

### **3.2. Social.**

El uso de harinas de chocho, quinua y maíz en la elaboración de nuggets de pollo tendrá un impacto social relevante, especialmente en regiones donde estos cultivos son tradicionales. Este proyecto puede impulsar la demanda de materias primas locales, beneficiando a pequeños agricultores y promoviendo la seguridad alimentaria. Además, al desarrollar un producto enriquecido con proteínas vegetales, se puede contribuir a combatir problemas de desnutrición, especialmente en poblaciones con acceso limitado a fuentes proteicas de alto valor biológico. También fomentará la revalorización de cultivos ancestrales, al fortalecer la identidad cultural y la sostenibilidad alimentaria.

### **3.3. Económico.**

Económicamente, la incorporación de harinas de chocho, quinua y maíz en nuggets de pollo podrá crear la posibilidad de reducir los costos de producción, ya que estos ingredientes son más económicos que algunas proteínas animales o aditivos sintéticos. Además, al tratarse de productos con un valor agregado nutricional, en mercados especializados como alimentos funcionales u orgánicos, mejorará los ingresos para los productores. Por otro lado, este proyecto podrá incentivar la industrialización de materias primas andinas, creando nuevas oportunidades de negocio en la cadena de valor agrícola y alimentaria.

### 3.4.Ambiental.

Desde una perspectiva ambiental, el uso de harinas de chocho, quinua y maíz en la elaboración de Nuggets de pollo puede ser más sostenible que los ingredientes convencionales, ya que estos cultivos requieren menos agua y agroquímicos en comparación con otros cereales como el trigo. Además, si se promueve el consumo de productos locales, se reducirá la huella de carbono asociada al transporte de insumos importados. La inclusión de proteínas vegetales también disminuirá la dependencia de la carne como única fuente proteica, contribuyendo así al impacto ambiental de la ganadería intensiva. En conjunto, este proyecto alinea la innovación alimentaria con prácticas más ecológicas y responsables.

## 4. RECURSOS Y PRESUPUESTO.

En la siguiente tabla 45 se presenta el presupuesto utilizado en el proyecto de investigación sobre la evaluación de las propiedades funcionales de nuggets de pollo elaborados con harina de chocho (*Lupinus mutabilis*), harina quinua(*Chenopodium quinoa will.*) y harina de maíz (*Zea mays*)

**Tabla 45** Presupuesto para la elaboración de proyecto

<b>Recursos para la elaboración de los nuggets de pollo</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Harina De Chocho	2	Kg	6,00	24,00
Harina De Quinoa	1	Kg	2,80	5,6,0
Harina De Maíz	1	Kg	1,00	2,00
Harina de trigo	500	g	0,6	1,20
Carne De Pollo	10	Kg	3,00	30,00
Grasa de cerdo	1	Kg	1,10	1,10
sal	1	Kg	0,50	0,50
Aceite	2	L	3,00	3,00
Azúcar (Dextrosa)	1	Kg	1,00	1,00
Apanadura	100	g	1,25	1,25
Ajo en polvo	20	g	0,25	0,25
Comino	20	g	0,25	0,25
Pimiento	20	g	0,25	0,25
Cebolla en polvo	20	g	0,25	0,25
	<b>Subtotal</b>			<b>70,65</b>

**Reactivos**

<b>Reactivos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Fosfatos	500	g	5,00	5,00
Mejorador cárnico	500	g	5,00	5,00
<b>Subtotal</b>				<b>10,00</b>

<b>Materiales</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>valor unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
Tablas de picar	1	u	1,50	1,50
Cuchillos de acero inoxidable	1	u	3,00	3,00
Ollas de acero inoxidable	1	u	20,00	20,00
Bandejas de acero inoxidable	4	u	6,00	24,00
Paleta de acero inoxidable	1	u	3,50	3,50
Bowls de acero inoxidable	6	u	4,00	24,00
Fundas ziploc	25	u	0,2	5,00
Lava vajillas	1	u	1,00	1,00
<b>Subtotal</b>				<b>82,00</b>

<b>Máquinas y equipos</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Moledora de carne	1	u	300,00	300,00
Cutter	1	u	450,00	450,00
Balanza analítica	1	u	150,00	150,00
Máquina de Hielo	1	u	300,00	300,00
Empacadora al vacío	1	u	590,00	590,00
Termómetro	1	u	14,50	14,50
Refrigeradora	1	u	250,00	250,00
Cocina industrial	1	u	200,00	200,00
<b>Subtotal</b>				<b>2254,50</b>

<b>Análisis sensorial</b>				
<b>Análisis sensorial</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Etiquetas	1	u	0,75	0,75
Vasos desechables	1	Paq	0,95	0,95
Platos desechables	2	Paquete	1,25	2,50
Agua	4	L	2,00	2,00
Copias	30	u	0,05	1,50
<b>Subtotal</b>				<b>7,70</b>

<b>Análisis de laboratorio</b>				
<b>Análisis de laboratorio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Perfil de textura	11	u	46,06	511,06
Bromatológicos	2	u	45,00	90,00
Microbiológicos	1	u	55,00	55,00

<b>Subtotal</b>	<b>656,06</b>
<b>Total</b>	<b>3249,41</b>
<b>IVA(15%)</b>	<b>487,41</b>
<b>Total, real</b>	<b>3736,82</b>

Fuente: Autores (Flores & Ramirez, 2025)

#### 4.1. Presupuesto sobre el mejor tratamiento

Tras realizar la evaluación sensorial de los tratamientos se obtuvo como mejor tratamiento  $t_7$  que corresponde a las concentraciones de 33,33% de harina de chocho, 33,33% de harina de quinua, y 33,33% de harina de maíz. En la tabla 46 se presenta el presupuesto de la elaboración del mejor tratamiento.

**Tabla 46** Presupuesto para la elaboración del tratamiento  $t_7$

Recursos	Cantidad	Unidad	Costo total
Harina de chocho	20	G	0,48
Harina de quinua	20	G	0,11
Harina de maíz	20	G	0,04
Harina de trigo	60	G	0,02
Carne de pollo	828	G	3,00
Grasa de cerdo	48	G	0,05
Sal	12	G	0,01
Fosfatos	6	G	0,06
Ajo en polvo	2	G	0,03
Pimienta	2	G	0,03
Comino	2	G	0,03
Cebolla en polvo	2	G	0,03
Dextrosa	6	G	0,01
Mejorador cárnico	6	G	0,06
Empanizado	48	G	0,60
Total	1200	G	4,56\$

Fuente: Autores (Flores & Ramirez, 2025)

Otros Rubros

\$ 4,56 ——— 100%

X ——— 10%

X = 0,46

Degaste de equipos 5%

\$ 4,56 ——— 100%

X ——— 5%

X = 0,23

Combustible y energía 5%

\$ 4,56 ——— 100%  
 X                    5%

$$X = 0,23$$

Otros rubros	%	Valor (\$)
Mano de obra	10 %	0,46
Desgaste de equipos	5%	0,23
Combustible y energía	5%	0,23
Total		0,92

Costo neto + otros rubros

$$4,56 + 0,92$$

$$X = 5,48$$

Costo unitario \* 100 gramos

$$0,27 * 5$$

$$X = 1,35$$

Utilidad 15%

1,35 ——— 100%  
 X                    15%

$$X = 0,20$$

Costo total + utilidad

$$1,35 + 0,20$$

$$1,55$$

## 5. CONCLUSIONES

- La evaluación de las propiedades funcionales de los nuggets de pollo elaborados con harinas de chocho, quinua y maíz demostró que su incorporación balanceada mejora el comportamiento tecnológico y la calidad del producto. En este sentido, el tratamiento  $t_7$  presentó una adecuada retención de agua, mejor textura y menor absorción de aceite, manteniendo una aceptación sensorial comparable a la del nugget comercial. Estos

resultados confirman que las harinas alternativas evaluadas constituyen una opción viable, sin comprometer la inocuidad ni su calidad sensorial.

- Asimismo, se lograron desarrollar diferentes formulaciones de nuggets de pollo mediante la incorporación de harina chocho, harina de quinua y harina de maíz, obteniéndose productos técnicamente viables y estables. Las distintas combinaciones permitieron evaluar el efecto de estas harinas sobre las propiedades funcionales, sensoriales, evidenciando que su uso en proporciones controladas es factible para la elaboración de nuggets de pollo, sin afectar negativamente la calidad del producto final.
- Por otro lado, se determinaron las propiedades funcionales de los distintos tratamientos, observándose diferencias en parámetros clave como retención de agua, textura y absorción de aceite. Estos resultados permitieron identificar el tratamiento con mejor desempeño tecnológico, demostrando que la proporción y combinación de las harinas influyen directamente en la funcionalidad del nugget de pollo y en su calidad final.
- La evaluación de la aceptabilidad sensorial de los nuggets de pollo mediante una escala hedónica permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados evidenciaron que las formulaciones con proporciones equilibradas de harinas de chocho, quinua y maíz alcanzaron mayores niveles de aceptación en los atributos como color, olor, sabor y textura, demostrando que es posible incorporar harinas alternativas sin comprometer la aceptación del consumidor
- Finalmente, el análisis bromatológico y microbiológico del tratamiento  $t_7$  evidencio una mejora significativamente en su composición, reflejada en un mayor contenido de proteína y fibra dietética, así como en una menor proporción de grasa, en comparación con la unidad de control. Asimismo, los resultados microbiológicos confirmaron el cumplimiento de los límites sanitarios establecidos, garantizando la inocuidad del producto y respaldando su viabilidad tecnológica como nugget de pollo reformulado.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Es recomendable realizar estudios comparativos entre nuggets con harinas de granos andinos y nuggets comerciales, considerando parámetros tecnológicos como retención de agua, absorción de aceite, rendimiento de textura, para fortalecer la validación de las formulaciones desarrolladas.
- Se sugiere evaluar la estabilidad microbiológica y fisicoquímica de los nuggets de pollo durante el almacenamiento refrigerado y congelado, a fin de establecer su vida útil y garantizar la inocuidad del producto.

- El equipo se debe esterilizar antes de la preparación para que no afecten al producto final
- Al tomar muestras para cada uno de los respectivos análisis, se debe mantener una gran inocuidad y utilizar desinfectantes como alcohol.

## 7. BIBLIOGRAFÍAS

- Abiala, O., Abiala, M., & Omojola, B. (2022). Atributos de calidad de los nuggets de pollo extendidos con diferentes harinas de legumbres. *Producción, procesamiento de alimentos y Nutrición*, 4(20), 11. <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00099-9>
- Abidin, N., Akhma. (2021). Stability Evaluation Of Chicken Nuggets Formulated With Fibres. *Enhanced Knowledge in Sciences and Technology*, 1(2), 193-200. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/ekst/article/view/2179>
- Aguilar. (2023). *LUPINUS MUTABILIS SWEET: UNA REVISIÓN DE SUS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y TECNOFUNCIONALES, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS HORNEADOS*. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/63502/TFM-L674.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilera, J. M., & Hernandez, G. (2008). Absorción de aceite durante la fritura de patatas prefritas congeladas. *Journal of Food Science*, 65(3), 476-479. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16031.x>
- Akesowan, A., Chareonkul, A., & Ruangchai, S. (2024). EVALUATION OF TEXTURE, COLOR, AND CHEMICAL COMPOSITION OF LOW-FAT CHICKEN NUGGETS FORTIFIED WITH QUINOA. *PSRU Jpurnal of Science and Techonology*, 9(2), 46-57. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/Scipsru/issue/view/17500>
- Ali, S., Liao, Z., Cheng, Y., Malhi, I. Y., Wang, Y., Peng, S., & Zhang, L. (2025). Lipidomics in chicken meat flavor chemistry: Current understanding, integrated omics approaches,

- and future perspectives. *Poultry Science*, *104*(11), 105700.  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105700>
- Alonso-Álvarez, A., & Haros, C. M. (2025). Quinoa Fibre Isolated By Wet Milling as a New Ingredient for Food Enrichment: Nutritional Value and Technological Properties. *Plant Foods for Human Nutrition*, *80*(11), 175. <https://doi.org/10.1007/s11130-025-01409-5>
- Altamirano. (2022). *EFFECTO DE LA PROPORCIÓN DE HARINA DE TRIGO (Triticum vulgare), QUINUA (Chenopodium quinoa) Y AJONJOLÍ (Sesamum indicum L.*  
<https://pdfcoffee.com/nuggets-7-pdf-free.html#billy+jack+altamirano+alayo>
- Arévalo Torres, R. J., & Vásquez Cedeño, M. A. (2023). *Análisis de Perfiles de Textura en Productos Cárnicos*. Universidad Tecnica Particular de Loja.  
<https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/38319>
- Baba, C., & Basri, H. (2024). Formulation of High Protein and Fiber Soy-Based Chicken Nugget. *Enhanced Knowledge in Sciences and Technology*, *4*(1).  
<https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/ekst/article/view/14349>
- Balderas, M. (2018). *Incorporacion de proteínas de origen vegetal en el desarrollo de productos carnicos*. Universidad Nacional Autónoma de México.  
<https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2018/febrero/0770310/0770310.pdf>
- Barbut, S. (2015). *La ciencia del procesamiento de aves y carne*.  
<https://www.poultryandmeatprocessing.com/>
- Barbut, S. (2023). Efectos de las proteínas vegetales y lácteas en la textura y la microestructura de los rebozados de carne magra de pavo. *Ciencia de los pavipollos*, *102*(6).  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102387>
- Bartholomew, D. T., & Osuala, C. I. (1986). Aceptabilidad del sabor, la textura y la apariencia en productos cárnicos procesados de cordero elaborados mediante ahumado, curado, condimentado, adición de cultivos iniciadores y modificación de la fuente de grasa.

- Journal of Food Science*, 51(6), 1560-1562. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13861.x>
- Bautista, N., & Franco-Crespo, C. (2020). *Evaluación de una Mezcla Empanizadora, con Inclusión de Almidón Modificado, para su Aplicación en Carnes*. 46(2). <https://doi.org/10.33333/rp.vol46n2.06>
- Blasco, P. (2022). *Semillas de quinoa: Aspectos nutricionales y saludables*. Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/117775/files/TAZ-TFG-2022-2286.pdf?version=1>
- Bouchon, pedro. (2009). Comprender la absorción de aceite durante la fritura profunda. *Avances en la investigación sobre alimentos y nutrición*, 57(209-34). <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/bookseries/abs/pii/S1043452609570052?via%3Dihub>
- Bourne, M. C. (2002). *Food Texture and Viscosity: Vol. volumen sobre ciencia y tecnología de los alimentos* (2.<sup>a</sup> ed.). <https://www.sciencedirect.com/book/monograph/9780121190620/food-texture-and-viscosity>
- Cahyono, S. T. (2022). *Design and Analysis of Experiments*. Montgomery, Douglas C. Diseño y análisis de experimentos / Douglas C. Montgomery. [https://www.researchgate.net/publication/361342853\\_Design\\_and\\_Analysis\\_of\\_Experiments](https://www.researchgate.net/publication/361342853_Design_and_Analysis_of_Experiments)
- Carvajal, F. E. (2019). Evaluación nutricional, reológica y sensorial de productos alimenticios de *Lupinus mutabilis*: Una revisión. *Revista Checa de Ciencias de la Alimentación*, 2019 (vol. 37), (número 5). <https://cjfs.agriculturejournals.cz/pdfs/cjf/2019/05/01.pdf>

- Chávez & Pozo. (2022). “*Producción y comercialización de pollos orgánicos en Ecuador*”.  
Guayaquil – Ecuador. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/2989d49d-c50c-4d63-9e7e-f0b33ae053e6/T-14918.pdf>
- Chicaiza, R. D., & Otacoma, A. A. (2021). LA PREVALENCIA DE LA DESNUTRICIÓN EN NIÑOS DE 1 A 3 AÑOS EN CENTROS INFANTILES DE COTOPAXI. *cotopaxitech*, 1(1). <https://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/es/article/view/9>
- Chiriboga, J. (2024). “*CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUÍMICAS Y NUTRICIONALES DE MEZCLAS DE HARINAS DE HABA, QUINUA, CHOCHO Y MAÍZ*”.  
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/2c8798e0-c256-4259-b502-809028cac595/content>
- CONAVE, C. N. de A. de E. (2021). *Estadísticas del sector avícola ecuatoriano*.  
<https://conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola/>
- Cueva, E., & Gancino, J. (2017). *La Desnutrición en los niños de 1 a 3 años en el Centro Infantil del Buen Vivir de Cochapamba Sur (CIBV) en el periodo de Octubre del 2016 a Febrero del 2017*.  
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/48b7faac-cf83-4c82-ab6d-e3e002c7f6ac/content>
- Dakhili, S., Abdolalizadeh, L., Hosseini, S., Shojaee-Aliabadi, S., & Mirmoghtadaie, L. (2019). *Proteína de quinoa: Composición, estructura y propiedades funcionales*. 299(125161).  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125161>
- Dangal, A., Tahergorabi, R., & Acharya, D. R. (2024). Revisión sobre alimentos fritos en grasa profunda: Atributos físicos y químicos, y consecuencias de su alto consumo. *Investigación y tecnología alimentaria europea*, 250, 1537-1550.  
<https://doi.org/10.1007/s00217-024-04482->

- Das, R., Pawar, D. P., & Modi, V. K. (2013). Características de calidad del pollo rebozado y frito: Comparación entre la fritura a presión y la fritura convencional. *J Ciencia y tecnología de los alimentos.*, 50(2), 284-292. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-011-0350-z>
- Dash, K., Sharma, M., & Tiwari, A. (2022). Heat and mass transfer modeling and quality changes during deep fat frying: A comprehensive review. *Journal of Food Process Engineering*, 45(4). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13999>
- Delgado-García, Y., & Morales-Camacho, J. (2019). Proteínas vegetales: Métodos de extracción, propiedades funcionales, bioactivas y aplicaciones en alimentos. *Programa de Doctorado en Ciencia de Alimentos*, 19. [https://www.udlap.mx/TSIA/assets/files/volumen13-14/TSIA-Vol13\\_Delgado-Garcia\\_et\\_al\\_2019.pdf](https://www.udlap.mx/TSIA/assets/files/volumen13-14/TSIA-Vol13_Delgado-Garcia_et_al_2019.pdf)
- Dominguez, R., Pateiro, M., & Lorenzo, J. M. (2022). Reformulación de productos cárnicos: Efectos sobre la textura y calidad sensorial. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 26(3), 215-225. <https://www.renhyd.org/renhyd/issue/view/68>
- El-Sohaimy, S. A., Abd El-Wahab, M. G., Oleneva, Z., & Toshev, A. (2022). Evaluación fisicoquímica, organoléptica y extensión de la vida útil de nuggets de pollo rebozados en harina de quinua. *Revista de calidad alimentaria*, 2022(1). <https://doi.org/10.1155/2022/9312179>
- FAO. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. <https://www.fao.org/4/aq287s/aq287s.pdf>
- FAO/OMS. (2022). *EVALUACIÓN DE RIESGOS MICROBIOLÓGICOS*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252F>

- codex%252FMeetings%252FCX-712-53%252FWorking%2Bdocuments%252Ffh53\_03s.pdf
- Feddern, V., Stefanello Langone, M., & Fortunato, G. (2024). Plant-based protein sources applied as ingredients in meat analogues sustainable production. *BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD*, 27, 15. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.000124>
- Fellows, P. J. (2022). *Tecnología del procesado de los alimentos. Principios y práctica* (3.<sup>a</sup> ed.). Acribia. [https://www.editorialacribia.com/libro/tecnologia-del-procesado-de-los-alimentos-principios-y-practica\\_83345/](https://www.editorialacribia.com/libro/tecnologia-del-procesado-de-los-alimentos-principios-y-practica_83345/)
- Flores & Suárez. (2022). *Desarrollo de un bocadito a base de hongos y harina de origen vegetal como un alimento vegano y funcional*. GUAYAQUIL - ECUADOR. [https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/58318/1/T-113007%20FLORES%20LUIS-SU%C3%81REZ%20MIGUEL%20%28FINAL\\_rev%29-signed-signed.pdf](https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/58318/1/T-113007%20FLORES%20LUIS-SU%C3%81REZ%20MIGUEL%20%28FINAL_rev%29-signed-signed.pdf)
- Forero, N., Cote, S., Moncayo, D., & González, G. (2025). . *Usos potenciales de la quinua (Chenopodium quinoa Willd) en la industria alimentaria*. [https://www.researchgate.net/profile/Gloria-Gonzalez-19/publication/324672750\\_Usos\\_potenciales\\_de\\_la\\_quinua\\_Chenopodium\\_quinoa\\_Willd\\_en\\_la\\_industria\\_alimentaria/links/5ada92bb0f7e9b28593e622c/Usos-potenciales-de-la-quinua-Chenopodium-quinoa-Willd-en-la-industria-alimentaria.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gloria-Gonzalez-19/publication/324672750_Usos_potenciales_de_la_quinua_Chenopodium_quinoa_Willd_en_la_industria_alimentaria/links/5ada92bb0f7e9b28593e622c/Usos-potenciales-de-la-quinua-Chenopodium-quinoa-Willd-en-la-industria-alimentaria.pdf)
- Fuentes López, A. (2024). *Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA). Método de prensado*. [https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/d58a8f52-40e9-43f7-a0fb-15fcf3f4c7ab/content#:~:text=La%20capacidad%20de%20retenci%C3%B3n%20de%20agua%20\(CRA\)%20es%20un%20t%C3%A9rmino,directamente%20relacionado%20con%20la%20jugosidad.](https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/d58a8f52-40e9-43f7-a0fb-15fcf3f4c7ab/content#:~:text=La%20capacidad%20de%20retenci%C3%B3n%20de%20agua%20(CRA)%20es%20un%20t%C3%A9rmino,directamente%20relacionado%20con%20la%20jugosidad.)

- Garza, M. M. (2019). *Determinación de Capacidad de retención de agua en carne*. Nuevo León. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-nuevo-leon/analisis-integral-de-alimentos/determinacion-de-capacidad-de-retencion-de-agua-en-carne/2320777>
- Gomes, K., Fusiger, G., Vicenzi, C. B., & Colla, L. (2023). Development and evaluation of extruded protein snacks added. *Food Science and Technology*, 43. <https://doi.org/10.5327/fst.1123>
- González, H., Camou, J., & Valenzuela, M. (2024). *Alimentos Funcionales Cárnicos*, en *Los Alimentos Funcionales: Un nuevo reto para la industria de alimentos*. AGT.
- González, J., & Jarrín, L. (2024). *Reemplazo parcial de la carne de pollo por carne de tilapia Roja en la elaboración de salchicha tipo vienesa*. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f5690544-461c-4f25-958d-e7133944adb8/content>
- Gunsha, J. (2020). “*UTILIZACIÓN DE HARINA DE CHOCHO (Lupinus mutabilis sweet) COMO EXTENSOR CÁRNICO EN SALCHICHA DE POLLO*”. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/96decad1-9a5a-4b1f-9ed9-383275112a7f/content>
- Gutarra, M., & Auccapuella, J. (2023). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de embutidos escaldados de carne de pollo emulsificado con sangre de bovino en Ayacucho*. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5e005204-f915-456a-9dde-e7cc53cb6f91/content>
- Gutiérrez-Silva, G., Vasquez-Lara, F., Heredia- Sandovaly, N., & Islas- Rubio, A. (2023). Efecto de los empanizados ricos en proteínas y fibra sobre la absorción de aceite y los

- atributos de calidad en nuggets de pollo. *Alimentos- Física y (Bio)Química de Alimentos*, 12(24), 4463. <https://doi.org/10.3390/foods12244463>
- Hidalgo, G., Zambrano, J. J., & Marini, P. R. (2024). Indicators of productive efficiency in conventional vs. Technical poultry farms located in the province of Manabí—Ecuador. *Ciencia Digital*, 8(3). <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v8i3.2963>
- Hinojosa, L., Leguizamo, A., Carpio, C., Muñoz, D., Mestanza, C., Ochoa, J., Castillo, C., Murillo, A., Villacréz, E., Monar, C., Pichazaca, N., & Murphy, K. (2021). Quinoa in Ecuador: Recent Advances under Global Expansion. *Plants*, 10(2), 298. <https://doi.org/10.3390/plants10020298>
- INEN. (2013). *NORMA GENERAL DEL CÓDEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS (MOD)*. <https://docs.bvsalud.org/leisref/2018/03/290/alcohol-192-codex-unido.pdf>
- INEN. (2021). *Nte Inen 1529-13 1998 Control Micorbiologico de Los Alimentos. Enterobacteriaceae*. <https://es.scribd.com/document/905085537/Nte-Inen-1529-13-1998-Control-Micorbiologico-de-Los-Alimentos-Enterobacteriaceae>
- Jacobsen, S.-E. (2011). The Situation for Quinoa and Its Production in Southern Bolivia: From Economic Success to Environmental Disaster. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197(5), 390-399. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2011.00475.x>
- Jhosi, S., Sharma, R., Sharma, S., Gupta, A., & Singh, B. (2022). Maíz proteico de alta calidad: Composición nutricional y bioactiva, atributos tecnológicos y aplicaciones alimentarias potenciales. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 57(9), 5600-5610. <https://academic.oup.com/ijfst/article/57/9/5600/7806685>
- Jimenez, F. (2016). *PRODUCTOS CÁRNICOS FUNCIONALES: OPORTUNIDADES Y DESARROLLO*. 23(1), 6. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/243519/1/productdevelop.pdf>

- Jurado, H., & Insuasty, E. (2021). *PROCEDIMIENTOS DE TECNOLOGÍA DE CARNES*. Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/7320/1/libro%20carnes%20digital.pdf>
- Kesemen, A. M., & Akköse, A. (2024). Evaluation of physicochemical, textural, and sensory properties of reduced-fat chicken patties produced with chia flour and  $\kappa$ -carrageenan. *Italian Journal of Food Science*, 36(3), 309-319. <https://doi.org/10.15586/ijfs.v36i3.2490>
- Kyriakopoulou, K., & Keppler, J. (2021). Funcionalidad de los ingredientes y aditivos en análogos de carne de origen vegetal. *Alimentos-Latest Advances in Plant-Based Food Processing to Improve the Sustainability in the Food Supply Chain*, 10(3), 600. <https://doi.org/10.3390/foods10030600>
- Lalaleo, B., & Quishpe, E. (2024). *Elaboración de pan a base de harina de trigo y harina de maíz con adición de suero lácteo*. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/97adc9c3-a815-4dbf-a67f-30694f88b18b>
- Lawless, H., & Heymann, H. (2013). Evaluacion Sensorial de Alimentos. *Springer, Nueva York, NY*, 283-301. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5_12)
- Lopez- Vargas, J., Fernandez- Lopez, J., Perez- Alvarez, J. A., & Viuda- Martos, M. (2014). Características de calidad de la hamburguesa de cerdo adicionada con polvo de fibra de albedo obtenido a partir de coproductos de maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*). *Ciencia de la carne*, 97(2). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.02.010>
- Lorenzo, J. M., Munekata, E. S., & Barba, F. J. (2023). Ingredientes vegetales en productos cárnicos procesados: Impacto tecnológico y nutricional. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 24(1), 55-67. <https://www.redalyc.org/revista.oa?id=813>
- Lukman, I., Huda, N., & Ismail, N. (2009). Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de los nuggets de pollo comerciales. *Revista asiática de Alimentos y Agroindustria*, 2(2), 171-

180.

[https://www.researchgate.net/publication/238682622\\_Physicochemical\\_and\\_sensory\\_properties\\_of\\_commercial\\_chicken\\_nuggets](https://www.researchgate.net/publication/238682622_Physicochemical_and_sensory_properties_of_commercial_chicken_nuggets)

Lumanlan, J., Binosha, W., & Jayasena, V. (2019). Mechanisms of oil uptake during deep frying and applications of predrying and hydrocolloids in reducing fat content of chips. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(4), 1661-1670. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14435>

Maldonado, P., Pavón, D., Abarca, J., Valencia, S., & Monika, C. (2023). Efecto de la germinación sobre las propiedades nutricionales, el contenido de ácido fítico y la actividad de la fitasa de la quinua ( *Chenopodium quinoa* Willd). *Foods*, 12(2), 389. <https://doi.org/10.3390/foods12020389>

Mellema, M. (2003). Mecanismo y reducción de la absorción de grasa en alimentos fritos. *Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*, 14(9), 364-373. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(03\)00050-5](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(03)00050-5)

Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martinez, N., Fernandez, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista chilena de nutrición*, 43(1). <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v43n1/art13.pdf>

Moreira, R., Sun, X., & Chen, Y. (1997, marzo). Factores que afectan la absorción de aceite en los chips de tortilla al freírlos en abundante grasa. *Journal of Food Engineering*, 31(4), 485-498. [https://www-sciencedirect-com.translate.google.com/science/article/abs/pii/S026087749600088X?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://www-sciencedirect-com.translate.google.com/science/article/abs/pii/S026087749600088X?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc)

Muñoz-Roa, J. F., Cabrera-Álvarez, E. G., García-Vázquez, V., Guerrero-González, J. L., Manríquez-Martínez, J. E., Ortiz-Canchola, C., & Sosa-Morales, M. E. (2023).

- Desarrollo de nuggets de pollo con camote. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 509-518. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.68>
- 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. *Fods Science & Nutrition*, 13(4), e4749. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4749>
- Orgaz, G. (2020). *Adaptación de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) a las condiciones agroecológicas de la zona centro peninsular*. [https://oa.upm.es/65953/1/TFG\\_GABRIELA\\_ORGAZ\\_GARCIA.pdf](https://oa.upm.es/65953/1/TFG_GABRIELA_ORGAZ_GARCIA.pdf)
- Ortiz, R. (2017). *Análisis de Textura en Productos Cárnicos*. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c9c420e1-74f9-4c60-ad2a-4008fbe1aa57/content>
- Paca, M. (2020). *Actitudes, conocimientos y prácticas de los adolescentes de la Institución Educativa Fiscal Miguel de Santiago, frente al semáforo nutricional, Febrero – Julio 2019*. Universidad Central del Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ccb94ca0-eef0-4b4f-bbe9-8db192f229ef/content>
- Pacheco- Perez, W., Restrepo, D., & Sepulveda, J. (2025). Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 64(2). <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179922664023.pdf>
- Pacheco, W., Colorado, Z., Agudelo, E., Verbel, M. L., Ruiz- Lopez, R., Palacio, J., & Vélez, L. (2023). Efecto de dos sistemas de cocción sobre la transferencia de calor y la letalidad microbiana durante la cocción de jamones. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol24\\_num1\\_art:2834](https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:2834)

- Panchi, E., & Peralta, J. (2024). *Sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum) por harina de chocho (lupinus mutabilis) en la obtención de masa precocida para pizza en la asociación de emprendedores agropecuarios Virgen del Tránsito de la parroquia Guaytacama*. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12442>
- Panduro-Castañeda, C. E. (2015). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (chenopodium quinoa) sobre el contenido de proteína, color, firmeza y aceptabilidad general de nuggets de pollo* [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/7b1b96c6-09d4-f7ab-e050-010a1c030756/content>
- Pantja-Tirado, L., Prieto- Rosalez, G., & Aguirre- Vargas, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. *Revista Tayacaja*, 3(1), 76-83. <https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>
- Pateiro, M., Dominguez, R., & Lorenzo, J. M. (2021). Avances recientes en la investigación de productos cárnicos. *Alimentos- l Avances Recientes en la Investigación de Productos Cárnicos*, 10(6), 1303. <https://doi.org/10.3390/foods10061303>
- Peña, M., Mendez, B., Guerra, M., & Peña, S. (2015). *DESARROLLO DE PRODUCTOS CÁRNICOS FUNCIONALES: UTILIZACIÓN DE HARINA DE QUINUA*. 23(1). <https://repositorio.uta.edu.ec/items/8a5266a7-3ace-491a-bdbd-cace6087a23c>
- Peña-Saldarriaga, L. M., Fernandez -Lopez, J., & Perez- Alvarez, J. (2020). Calidad de los subproductos de grasa de pollo: Perfil lipídico y propiedades de color. *National Library Of Medicine*, 9(8), 1046. <https://doi.org/10.3390/foods9081046>
- Pintado, T., Álvarez, M. D., Herranz, B., & Delgado- Pnado, G. (2025). Impacto del tipo de aceite de oliva para freír en la calidad fisicoquímica y sensorial de los nuggets de pollo

- comerciales. *Alimentos- Aceites Comestibles: Composición, Procesamiento y Propiedades Nutricionales*, 14(19), 3315. <https://doi.org/10.3390/foods14193315>
- Pintado, T., & Delgado-Pando, G. (2020a). Hacia productos cárnicos más sostenibles: Extensores como forma de reducir el contenido de carne. *Alimentos* ., 9(8), 1044. <https://doi.org/10.3390/alimentos9081044>
- Pintado, T., & Delgado-Pando, G. (2020b). Towards More Sustainable Meat Products: Extenders as a Way of Reducing Meat Content. *Alimentos- New Strategies for Innovative and Enhanced Meat and Meat Products*, 9(8), 1044. <https://doi.org/10.3390/foods9081044>
- Ramírez-Arzuaga, J., Lora- Foncesa, R., Guardia- Puebla, Y., & Perdomo-Rivera, R. (2021). Empleo de harinas de maíz y de arroz en productos cárnicos. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 5(4), 284-294. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/2862/5822>
- Rodríguez, J. F. R., & Zamora, A. F. O. (2024). Estrategias Técnicas y Tecnológicas en el Desarrollo de Productos Cárnicos Saludables: Una Revisión de Literatura y Análisis Bibliométrico. *LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA*, 2.
- Rojas, E., Benítez, S., Andrade, M., Castillo, L., Ochsner, R., & Sarmiento, N. (2025, febrero 3). Categorización de los patrones de consumo alimentario en las comunidades indígenas del Quilotoa en Ecuador. *Ciencia de los alimentos y nutrición* . <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39906725/>
- Ros, G. (2024). Efectos beneficiosos del consumo regular de productos cárnicos reformulados de alta calidad proteica sin aditivos ni alérgenos. *Revista de nutrición práctica*, 34-35. <https://portalinvestigacion.um.es/documentos/67c6026a2eb22546dc72c5d7>

- Saguy, S., & Dana, D. (2003). Enfoque integrado de la fritura profunda: Aspectos de ingeniería, nutrición, salud y consumo. *Revista de Ingeniería de Alimentos*, 56(2 y 3), 143-152. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00243-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00243-1)
- Salazar- Duque, D. (2024). Especies, hierbas aromáticas o condimentos usados en la cocina ecuatoriana. *Sabores y saberes: Entre la tradición y la innovación*, 5(8), 38-59. <https://doi.org/10.61395/victec.v5i8.129>
- Samad, A., Alam, N., & Kumari, swati. (2024). Conceptos modernos de producción de carne reestructurada y oportunidades de mercado. *Recursos de ciencia y animación de alimentos.*, 2, 284-298. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e18>
- Sánchez, : Daniela Alejandra. (2023, marzo). *Determinación del perfil lipídico en harinas de chocho (Lupinus mutabilis sweet) y melloco blanco (Ullucus tuberosus) para establecer el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados.* <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b17989a1-2c04-4516-bfd8-05270d69d4aa/content>
- Serrano-León, J., González-Villamarín, G., Salgado-Cepeda, D., & Alcívar-León, C. (2024). APROVECHAMIENTO DE LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DIETÉTICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE ECUADOR EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. *infoANALÍTICA*, 12(1), 11-54. <https://doi.org/10.26807/ia.v12i1.270>
- Shaji, S., Selvaraj, R., & Shanmugasundaram, R. (2023). Salmonella Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies. *Microorganisms- Foodborne Pathogens: Infections and Pathogenesis of Microorganisms (Second Edition)*, 11(11), 2814. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>
- Sharma, S., Kataria, A., & Singh, B. (2022). Efecto del procesamiento térmico sobre los compuestos bioactivos, antioxidantes, antinutricionales y características funcionales de

- la quinua (Chenopodium quinoa). *Scienc Direct*, 160(15), 113256.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113256>
- Shewry, P., & Hey, S. (2022). *La contribución del trigo a la dieta y la salud humanas*. 4(3).  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4998136/>
- Toapanta, A. (2023). “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL CHOCHO, QUINUA Y CHACHAFRUTO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PAN”,.  
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/569abd72-8dd7-4de9-b546-b351fb8fcd7/content>
- Tobón, M., Yalí, K., & Aristizabal, L. (2020). *CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE DIEZ VARIETADES DE MAÍZ Y VARIOS USOS CULINARIOS EN LA COCINA TRADICIONAL DE AMÉRICA: REVISIÓN DOCUMENTAL*.  
<https://repositorio.uco.edu.co/server/api/core/bitstreams/a9553cd9-6679-413f-99e3-2413475bd9b1/content>
- Toldrá, F. (2022). *Lawrie's Meat Science* (Ninth Edition). Woodhead Publishing.  
10.1016/C2020-0-02490-4
- Torky, H., Kamar, A., Abotaleb, M., & Tawfik, R. (2023). Riesgo de Staphylococcus aureus aislado en carne de pollo con artritis en granjas avícolas. *La 6.a Conferencia científica sobre seguridad alimentaria (higiene humana y alimentaria)*, Departamento de seguridad alimentaria, higiene y tecnología, 13(6), 904-909.  
<https://www.advetresearch.com/index.php/AVR/article/view/1328>
- Vargas, P., Arteaga, R., & Cruz, L. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (Chenopodium Quinoa) como alimento funcional. *Revista centro azúcar*, 46(4). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10087397>
- Vega, F. R., & Cortés, D. C. M. (2020). *Uso tecnológico de las proteínas en los alimentos*. 16.

- Verma, A., Rajkumar, V., & Kumar, S. (2019). Efecto de la harina de semilla de amaranto y quinua sobre las propiedades. *J Ciencia y tecnología de los alimentos.*, 56(11), 5027-5035. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03975-4>
- Villacrés, E., Peralta, E., Cuadrado, L., Revelo, J., Addo, S., & Aldaz, R. (2009). Propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Quito, EC: Grafistas.*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/453>
- Villar, N. (2021). *Propiedades físicas, funcionales y químicas de harina obtenida a partir de semillas de quinua.* Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/8b958b89-8ad1-4485-b171-db49e8864eb4/content>
- Vinocunga, D., & Jimenez, F. (2025). *Análisis de las propiedades funcionales de productos a partir de subproductos agroindustriales.* vol 10. <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/153>
- Vitrac, O., Trystram, G., & Raoult-Wack, A.-L. (2000). Fritura de alimentos: Transferencia de calor y masa, transformaciones y reacciones en el interior del material de fritura. *Revista Europea de Ciencia y Tecnología de Lípidos*, 102(8-9), 529-538. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200009\)102:8/9%3C529::AID-EJLT529%3E3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200009)102:8/9%3C529::AID-EJLT529%3E3.0.CO;2-F)
- Younes, M., Aquilina, G., Lorenzo, C., Heinz, K., Fowler, P., Frutos, M., Frurst, P., Husoy, T., Mennes, W., Moldeus, P., Oksarsson, A., Shah, R., Waalkens, I., Wolfle, D., Aggett, P., Cupisti, A., Fortes, C., Kuhnle, G., Therese, I., ... Gundert, U. (2019). Reevaluación del ácido fosfórico-fosfatos – di-, tri- y polifosfatos (E 338–341, E 343, E 450–452) como aditivos alimentarios y la seguridad de la ampliación de uso propuesta. *Revista de la EFSA*, 17(6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5674>

- Zarate, S. (2016). EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO DE LA SAPONINA DE 5 CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd*), SU ENCAPSULAMIENTO Y UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN”. *Universidad Nacional del Altiplano. Repositorio Institucional - UNAP*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2432?show=full>
- Zhang, C., Nie, R., Lui, H., Wei, X., Gao, R. M., Shi, H., & Zhang, D. (2024). Caracterización de compuestos aromáticos clave en pollo asado mediante SPME, SAFE, GC-O, GC-MS, AEDA, OAV, pruebas de recombinación-omisión y evaluación sensorial. *Química de los Alimentos*, 21, 101167. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101167>
- Zhou, T., Wu, J., & Zhang, M. (2023). Effect of Natural plant extracts on the quality of meat products: A meta-analysis. *Food Materials Research*, 3(15). <https://doi.org/10.48130/FMR-2023-0015>