



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DE NUGGETS DE TRUCHA ARCOÍRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) FORTIFICADA CON GERMINADOS DE
BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Y HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus
hybridus L.*)”**

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingenieras
Agroindustriales

Autoras:

Mopocita Cunalata Vilma Patricia

Villota Vásquez María Fernanda

Tutor:

Fernández Paredes Manuel Enrique

LATACUNGA – ECUADOR Febrero 2025

Mopocita Cunalata Vilma Patricia, con cédula de ciudadanía No. 1850835644 y Villota Vásquez María Fernanda, con cédula de ciudadanía No. 1753931656, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“Elaboración de nuggets de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) fortificada con germinados de brócoli (*Brassica oleracea*) y harina de amaranto (*Amaranthus hybridus L.*)**, siendo el Ingeniero Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes, Tutor 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 18 de febrero del 2025

Vilma Patricia Mopocita Cunalata

C.C: 1850835644

ESTUDIANTE

María Fernanda Villota Vásquez

C.C: 1753931656

ESTUDIANTE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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 **MOPOCITA CUNALATA VILMA PATRICIA**, identificada con cédula de ciudadanía 1850835644 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 **“ELABORACIÓN DE NUGGETS DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) FORTIFICADA CON GERMINADOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Y HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus hybridus* L.)”**, 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: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 - Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de Diciembre del 2024

Tutor: Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.

Tema: **“ELABORACIÓN DE NUGGETS DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) FORTIFICADA CON GERMINADOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Y HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus hybridus* L.)”**

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.
- e) 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 18 días del mes de febrero del 2025.

Vilma Patricia Mopocita Cunalata
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 **VILLOTA VÁSQUEZ MARÍA FERNANDA**, identificada con cédula de ciudadanía 1753931656 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 **“ELABORACIÓN DE NUGGETS DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) FORTIFICADA CON GERMINADOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Y HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus hybridus L.*)”**, 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 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 - Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de Diciembre del 2024

Tutor: Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.

Tema: **“DETALLAR ENTRE COMILLAS, MAYÚSCULAS Y NEGRILLAS EL TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN”**

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.
- e) 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 18 días del mes de febrero del 2025.


María Fernanda Villota Vásquez
LA CEDENTE

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

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“ELABORACIÓN DE NUGGETS DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) FORTIFICADA CON GERMINADOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Y HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus hybridus L.*)”, de Mopocita Cunalata Vilma Patricia y Villota Vásquez María Fernanda, 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, 18 de febrero del 2025




Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.
C.C: 0501511604
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: Mopocita Cunalata Vilma Patricia y Villota Vásquez María Fernanda, con el título del Proyecto de Investigación: **“ELABORACIÓN DE NUGGETS DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) FORTIFICADA CON GERMINADOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Y HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus hybridus L.*)”**, 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, 18 de Febrero del 2025


Ing. Zonia Elyana Zambrano Ochoa, Mg.
C.C: 0501773931
LECTOR 1 (PRESIDENTA)


Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.
C.C: 0501369805
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.
C.C: 0502270937
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por la vida, a mis padres quienes me apoyaron en este largo camino lleno de diversas emociones. A mi hermano por ser la primera persona en apoyarme cuando tenía dificultades, mi amiga y compañera de tesis Fernanda Villota, por ser mi apoyo motivacional.

A nuestra Alma Mater Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente a la Carrera de Agroindustria, a los docentes por impartir sus conocimientos y experiencias para formarnos como profesionales. A mi

docente tutor Ing. Manuel Fernández Mg. Finalmente agradecer al tribunal conformado por Ing. Eliana Zambrano Mg, Ing. Fabián Cerda Mg. e Ing. Maricela Trávez Mg, por su apoyo, guía, paciencia y consejos para llevar a cabo el desarrollo de la investigación.

Vilma P., Mopocita, C.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la mejor oportunidad de este camino llamada vida. A mi Familia y Docentes quienes han impartido sus conocimientos y experiencias únicas en mi formación académica y de investigación. A mi querida amiga Vilma Mopocita que fue un pilar fundamental en la investigación y una amistad de hermandad. Así como también a la Universidad Técnica de Cotopaxi por la oportunidad de expandir la creatividad y el conocimiento de cosas hermosas que impartió mi carrera la carrera de Agroindustria. A mi docente tutor Ing. Manuel Fernández Mg. Finalmente agradecer al tribunal conformado por Ing.

*Eliana Zambrano Mg, Ing. Fabián Cerda Mg. e Ing. Maricela Trávez
Mg,*

Villota., M Vásquez.F.

DEDICATORIA

A mi padre Carlos que siempre me mostro su apoyo a pesar de todas las adversidades, por sus consejos y ejemplo de superación y humildad quien me ha enseñado que la vida es difícil pero siempre se puede salir adelante con esfuerzo y perseverancia. A mi madre Rosa por su apoyo motivándome cada día a ser mejor persona. A mi hermano Davos quien siempre me demuestra apoyo en toda circunstancia, mi hermana Rosita que siempre me han apoyado a lo largo de camino lleno de experiencias. A mi amiga Fernanda que desde que la conocí fue un pilar de motivación y superación quien me enseñó que aún existen las

buenas amistades. A mi familia y amigos quienes confiaron en mí y me acompañaron durante este largo y maravilloso proceso de la vida universitaria.

Vilma P., Mopocita., C

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres Norberto Villota y Janeth Vásquez quienes me han inspirado y apoyado condicionalmente día tras día de la mano de Dios. A mí querida tía Guadalupe Villota que siempre estuvo en momentos decisivos difíciles. han estado conmigo en todo momento, guiándome, cuidándome y

x
v
i
i
i

dándome fortaleza para continuar con cada una de mis metas. A mis hermanos que los amo mucho.

Villota., M Vásquez.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ELABORACIÓN DE NUGGETS DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) FORTIFICADA CON GERMINADOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Y HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus hybridus L.*)”

Autoras:

Mopocita Cunalata Vilma Patricia
Villota Vásquez María Fernanda

RESUMEN

El Proyecto de elaboración de nuggets de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) fortificado con germinado de brócoli (*Brassica oleracea*) y harina de amaranto (*Amaranthus hybridus L.*) se ejecutó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la Carrera de Agroindustria. El objetivo principal de este proyecto fue evaluar el efecto de la concentración de los ingredientes principales, así como también el tipo de empanizado sobre las propiedades físicas, químicas, sensoriales y nutricionales de los nuggets de trucha arcoíris. Lo cual se estableció diferentes tratamientos a partir de los productos de estudio. Se aplicó el diseño experimental DBCA en arreglo factorial de A x B, para el factor A se utilizó la concentración de los ingredientes principales (trucha arcoíris, germinado de brócoli y harina de amaranto), mientras que en el factor B es el tipo de empanizado (panko japonés y apanadura grilé) que va sostenido por un rebozado de tipo gabardina. Para el mejor tratamiento el análisis nutricional fue de: proteína, grasa, humedad, ceniza, fibra, carbohidratos y calorías, del mismo modo se llevó a cabo el

análisis sensorial donde se consideró los parámetros como: el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, dando como resultado el t_2 incluye, t_2 : a_1b_2 = carne de trucha 82,38 % + germinados de brócoli 3,97 % + harina de amaranto 4,26 % + aditivos y condimentos 9,39 % + apanadura grilé. Se realizó los análisis nutricionales en el laboratorio ECUACHEMLAB en la cual el t_2 mostró un contenido de proteína al 14.64%, grasa al 4.23 % , humedad con 64,03% y ceniza al 2,96% aunque existió la ausencia de fibra bruta 0,00%, carbohidratos 15,26% y el contenido calórico fue de 147,59 kcal/100 g por lo que este producto es adecuado para consumidores que desean opciones con un nivel energético controlado que cumple con la normativa CXS 166-1989. Los análisis microbiológicos se desarrollaron en el laboratorio SIALAB donde el t_2 presentó el resultado en: *Escherichia coli* UFC < 500, microorganismos aerobios mesófilos UFC < 10×10^5 , ausencia de salmonella, ausencia de mohos y levaduras el cual cumple con la NTE INE 183 ya que no cuenta con microorganismos dañinos que afecten la salud de los consumidores.

Palabras claves: Nuggets, trucha arcoíris, fortificación, harina de amaranto, germinado de brócoli.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “DEVELOPMENT OF ARCOÍRIS TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) NUGGETS FORTIFIED WITH BROCOLI (*Brassica oleracea*) AND AMARANTHUS (*Amaranthus hybridus* L.) FLOUR”.

Authors:

Mopocita Cunalata Vilma Patricia
Villota Vásquez María Fernanda

ABSTRACT

The project for the production of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nuggets fortified with broccoli sprouts (*Brassica oleracea*) and amaranth flour (*Amaranthus hybridus* L.) was carried out at the Technical University of Cotopaxi, in the Agroindustry Department. The main objective of this project was to evaluate the effect of the concentration of the main ingredients, as well as the type of breeding on the physical, chemical, sensory and nutritional properties of rainbow trout nuggets. Different treatments were established on the basis of the study products. The experimental design DBCA with factorial angle A x B was applied, for factor A the concentration of the main ingredients (rainbow trout, broccoli sprouts and amaranth flour) was used, while factor B is the type of breeding (Japanese panko and grilled breeding) which is supported by a gabardine type breeding. For the best treatment the nutritional analysis was of: protein, fat, moisture, ash, fiber, carbohydrates and calories, in the same way the sensory analysis was carried out where parameters such as: color, smell, taste, texture and acceptability were considered, giving as a result the t_2 includes, t_2 : a_1b_2 = trout meat 82.38 % + broccoli

sprouts 3.97 % + amaranth flour 4.26 % + additives and condiments 9.39 % + apanadura gril . Nutritional analyses were carried out in the ECUACHEMLAB laboratory in which the t_2 showed a protein content of 14.64%, fat of 4.23%, moisture of 64.03% and ash of 2.96% although there was an absence of crude fiber 0.00%, carbohydrates 15.26% and the caloric content was 147.59 kcal/100 g, making this product suitable for consumers who want options with a controlled energy level that complies with the CXS 166-1989 standard. The microbiological analyses were carried out in the SIALAB laboratory where the t_2 presented the following results: Escherichia coli CFU <500, mesophilic aerobic microorganisms CFU <10x10⁵, absence of salmonella, absence of moulds and yeasts, which complies with the NTE INE 183 as it does not contain harmful microorganisms that affect the health of consumers.

KEY WORDS: Nuggets, Rainbow trout, Fortification, Amaranth flour, Broccoli sprouts, Nutritional.

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	iv
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	!Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

ÍNDICE DE CONTENIDOS	
xv	INTRODUCCIÓN
.....	1
1. INFORMACIÓN GENERAL	
3	
1.1. Institución:	3
1.2. Facultad que auspicia:	3
1.3. Carrera que auspicia:	3
1.4. Título del proyecto:	3
1.5. Equipo de trabajo:	3
1.6. Lugar de ejecución:	3
1.7. Fecha de inicio:	3
1.8. Fecha de finalización:	3
1.9. Línea de investigación	4
1.10. Sublínea de investigación de la carrera	4
2. DISEÑO DEL PROYECTO	
4	
2.1. Planteamiento del problema	4
2.2. Marco contextual	5
2.3. Formulación del problema	7
2.4. Objetivos	7
2.4.1 Objetivo general	7
2.4.2 Objetivos específicos	7
2.5. Actividad y tareas en relación a los objetivos planteados	9

2.6.	Fundamentación Teórica o Marco Referencial	12
2.6.1	Antecedentes	12
2.6.1	Marco Teórico	14
	• El nugget como producto alimenticio	14
	• Historia y evolución del nugget	15
2.6.1.2	Materias Primas de estudio	15
	• Trucha arcoíris	15
	• Origen de trucha arcoíris	16
	• Taxonomía de la trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	18
	• Propiedades Nutricionales	19
	• Germinados de Brócoli	19
	• Origen	19
	• Taxonomía	20
	• Propiedades Nutricionales	20
	• Amaranto	20
	• Origen	21
	• Taxonomía del amaranto (<i>Amaranthus hybridus</i> L.)	22
	• Composición química	22
	• Harina de amaranto	23
	• Composición química de harina de amaranto	23
	• Tipos de empanizado	24
	• Panko japonés	24
	• Métodos principales para su producción	25
	• Información nutricional de panko japonés	25
	• Apanadura grilé	26
	• Información nutricional	26

2.7.2.1	Proteína, AOAC 2001.11 metodología de experimentación para la determinación de proteína por medio del procedimiento Kjeldahl.	31
2.7.2.2	Método de cálculo para proteína en productos de derivados cárnicos	32
2.7.2.3	Grasa AOAC 2003.06 método de obtención de grasa cruda a partir de muestras alimenticias (cereales, lácteos y cárnicos)	33
2.7.2.4	Ceniza AOAC 923.03 basado en la incineración completa de la materia orgánica de la muestra en un horno mufla a 525°C, quedando únicamente el residuo de materia inorgánica.	35
2.7.2.5	Método de determinación de humedad, AOAC 925.10	36
2.7.2.6	Recolección de datos.....	37
	• Análisis sensorial.....	37
	• Análisis físico químico	37
	• Análisis Nutricional y microbiológico	37
2.7.3	Etapas del proceso y elaboración.....	38
2.7.3.1	Materia prima, insumos y equipos:.....	38
2.7.3.2	Método de selección y limpieza del germinado de brócoli para su integración en la masa de nuggets	39
2.7.3.3	Proceso de elaboración de nuggets de trucha con germinado de brócoli y harina de amaranto.....	42
	Figura 18 Proceso de elaboración de nuggets de trucha con germinado de brócoli y harina de amaranto.....	46
2.7.3.4	Formulación de los tratamientos para la elaboración de nuggets.	47
2.8.	HIPÓTESIS.....	47
2.8.1	Hipótesis alternativa (Ha)	47
2.8.2	Hipótesis nula (Ho)	48
2.8.3	Validación de hipótesis	48
	□ Hipótesis alterna Ha	48
2.9.	Diseño experimental	48

2.9.1	Esquema DBCA con arreglo factorial A x B	50
2.9.2	Esquema DBCA evaluación sensorial	51
2.10.	Análisis e interpretación de resultados	51
2.10.1	Análisis físico-químico de Nuggets de trucha fortificado.	51
2.10.2	Análisis de resultados variable proteína	51
2.10.3	Análisis de resultados variable grasa	
55	2.10.3 Evaluación sensorial de color	57
2.10.4	Evaluación sensorial olor.....	59
2.10.5	Evaluación sensorial de sabor.....	62
2.10.6	Evaluación sensorial de textura	64
2.10.7	Evaluación sensorial de aceptabilidad	66
2.11.	Resultados del mejor tratamiento	69
2.12.	Análisis físico químico del mejor tratamiento	70
2.13.	Análisis Microbiológico	73
2.14.	Balance de materia general en el proceso de elaboración de nuggets	74
2.14.1	Balance de materia en el proceso de molido	74
2.14.2	Balance de materia en el proceso de mezclado	76
2.14.3	Balance de materia en el proceso de rebozado	77
2.14.4	Balance de materia en el proceso de en el mezclado	79
2.15.	Costos de producción del mejor tratamiento	80
3	IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL AMBIENTAL y ECONÓMICO)	82
4.1	Impacto Técnico.....	82
4.2	Impacto Social	82
4.3	Impactos Ambientales	83
4.4	Impactos Económicos	83
5.	RECURSOS Y PRESUPUESTOS GENERALES DEL PROYECTO	83
6.	CONCLUSIONES	87
7.	RECOMENDACIONES	88
8.	BIBLIOGRAFÍA	90

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología de procesamiento de productos a base de carne de pescado es de vital importancia para aprovechar los recursos acuícolas y pesqueros, debido a que existen una gran variedad de especies marinas y continentales de las que se pueden utilizar diferentes métodos de procesamiento y conservación que construye una alternativa en la industria alimenticia. (Sánchez González, 2013).

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es una excelente opción como carne principal para la elaboración de nuggets debido a sus características nutricionales y sensoriales. Su carne es suave, de sabor delicado y contiene un alto porcentaje de ácidos grasos omega-3, lo que la convierte en una alternativa saludable para productos alimenticios procesados como los nuggets. (Flórez, 2023)

El uso de trucha arcoíris en la industria alimentaria, particularmente en productos como nuggets, no solo ofrece beneficios en términos de sabor y textura, sino también por su valor nutricional, al ser rica en proteínas de alta calidad y contener minerales esenciales como el hierro y el calcio. Además, la trucha es una especie que crece rápidamente en condiciones controladas, lo que la hace accesible y rentable para la producción a gran escala. (Foods.pe, 2020)

El amaranto dispone de una escasa demanda en comercialización, producción y cultivo, por ser un grano tradicional, pero su valor nutricional es muy alto, y eso se debe a su valor nutritivo por la alta cantidad de proteína, el cual presenta un buen perfil de aminoácidos esenciales. La lisina es considerada un aminoácido esencial limitante, se encuentra en cantidades superiores a 5 g por 100 g de proteína, lo cual es equivalente a las cantidades encontradas en la leche de vaca y yema de huevo, además es un alimento rico en hierro, proteínas, vitaminas A, C, fibra y minerales como el calcio y magnesio. El amaranthus indica que tiene minerales necesarios para el desarrollo de niños, anemias y desnutrición. (Villamarin, 2023)

Los germinados de brócoli han sido objeto de diversas investigaciones debido a sus destacadas propiedades nutricionales y beneficios para la salud. Los germinados son de los pocos alimentos que se consumen en su etapa de desarrollo temprano, y en los primeros días de germinación, las semillas de brócoli pueden alcanzar valores nutritivos de 10 a 100 veces superiores a los de la planta madura. (Hinojosa-Dávalos, 2019).

Sin embargo, es fundamental garantizar la inocuidad de los germinados, ya que, al ser consumidos crudos, pueden ser vehículos de patógenos alimentarios. Por ello, la normativa europea establece criterios microbiológicos específicos para estos productos, enfatizando la necesidad de monitorear la presencia de microorganismos como *Salmonella* y *Escherichia coli*. (Ponce de León, 2020).

El empanizado en productos cárnicos es una técnica culinaria que consiste en recubrir carnes con una capa de ingredientes secos, como pan rallado o harina, antes de someterlas a procesos de cocción como fritura o horneado. Este recubrimiento no solo aporta una textura crujiente y un sabor distintivo, sino que también puede influir en las propiedades nutricionales y sensoriales del producto final. Además, la elección de ingredientes para el empanizado puede tener implicaciones nutricionales. La incorporación de granos enteros o la reducción de la absorción de aceite durante la fritura son estrategias que buscan mejorar el perfil nutricional de los productos empanizados. (Carnetec.(n.d))

Después de lo expuesto, el dar a conocer esta información a los consumidores permite la posibilidad a nuevos productos nutricionales por ejemplo de nuggets de trucha arcoíris con fortificación donde el uso de ingredientes como la harina de amaranto germinados como el brócoli en productos congelados rápidamente, facilite el uso doméstico en su preparación, buena alimentación, generar mercado local y acceso a alternativas alimenticias para quienes estén bajo dietas saludables.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Institución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

1.2. Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales

1.3. Carrera que auspicia:

Agroindustria

1.4. Título del proyecto:

Elaboración de nuggets a base de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) fortificada con germinado de brócoli (*Brassica oleracea*) y harina de amaranto (*Amaranthus hybridus L.*).

1.5. Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes.

Postulantes: Mopocita Cunalata Vilma Patricia

Villota Vásquez María Fernanda

1.6. Lugar de ejecución:

País: Ecuador

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Barrio: Salache

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi.

1.7. Fecha de inicio:

Abril 2024

1.8. Fecha de finalización:

Febrero 2025

1.9. Línea de investigación

Desarrollo y seguridad alimentaria

1.10. Sublínea de investigación de la carrera

Optimización de procesos tecnológicos Agroindustriales

2. DISEÑO DEL PROYECTO**2.1. Planteamiento del problema**

A nivel nacional la desnutrición y la deficiencia de micronutrientes son problemas de salud pública que afectan a diversas poblaciones, especialmente en comunidades con acceso limitado a alimentos nutritivos. La falta de proteínas de alta calidad, minerales como el hierro y el calcio, y vitaminas esenciales puede derivar en problemas de desarrollo, anemia y otras enfermedades. debido a la falta de avances tecnológicos y la limitada infraestructura para el procesamiento de este grano. Aunque el amaranto se cultiva principalmente en la región Sierra

del país, en aproximadamente 3,068 hectáreas, su comercialización sigue siendo en gran parte artesanal, lo que limita su competitividad en el mercado (Cataña, 2020). EL cultivo es reconocido por su alto valor nutricional, con un contenido proteico de hasta un 19%, lo que lo convierte en un recurso potencial para mejorar la calidad de los alimentos procesados, especialmente aquellos dirigidos a satisfacer las necesidades nutricionales de la población (Guaján, 2019). Sin embargo, la falta de una cadena de valor industrial que involucre la transformación del amaranto a gran escala ha obstaculizado su potencial económico y social.

En la región Sierra, especialmente en provincias como Cotopaxi, su uso en la industria alimentaria enfrenta desafíos, como su incorporación en productos sin alterar características sensoriales (sabor, textura, color), su estabilidad en procesos de cocción y su aceptación por parte de los consumidores. La producción de alimentos en la zona depende en gran medida de ingredientes tradicionales como la harina de trigo y maíz, que no aprovechan el potencial nutricional de alternativas como el amaranto (Cataña, 2020). Además, Los micro vegetales de brócoli (*Brassica oleracea*) pueden acumular concentraciones significativas de glucosinolatos que combaten el cáncer, además de ser una fuente rica de otros fotoquímicos antioxidantes (Sams, 2013).

A nivel provincial, en Cotopaxi, la harina de amaranto en la producción de alimentos procesados sigue siendo incipiente. En el cantón Latacunga, en la parroquia Eloy Alfaro, donde se encuentra la comunidad de Salache, se podría aprovechar la producción local de estos ingredientes para crear productos innovadores, como los nuggets de trucha fortificados. El reto principal es diseñar estrategias efectivas para integrar el amaranto en alimentos de consumo masivo, garantizando su biodisponibilidad y contribuyendo a mejorar la calidad nutricional de las dietas sin afectar negativamente el costo o la aceptación del producto final. Además, la industria de alimentos en la provincia sigue dependiendo de productos más comunes y de

menor valor nutricional, lo que impide la diversificación y el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen los ingredientes fortificados (Guaján, 2019).

2.2. Marco contextual

El presente proyecto tiene como objetivo la elaboración de nuggets de trucha arcoíris fortificados con germinados de brócoli y harina de amaranto, una propuesta innovadora que responde a las necesidades actuales del mercado de alimentos rápidos, convenientes y, sobre todo, saludables. Con el crecimiento de la demanda de productos alimenticios procesados, como los nuggets de pescado, este proyecto busca ofrecer una alternativa nutricionalmente enriquecida, destacando las propiedades beneficiosas de los ingredientes seleccionados.

En un contexto global donde los consumidores están cada vez más conscientes de las propiedades nutricionales de los productos que consumen, la industria alimentaria enfrenta el desafío de ofrecer alternativas que no solo sean atractivas en términos de sabor, sino que también aporten beneficios para la salud. En Ecuador, por ejemplo, la carne de pollo es una de las más consumidas, seguida por la carne de cerdo y bovino, lo que evidencia la preferencia por proteínas animales de origen terrestre. Sin embargo, los consumidores que optan por productos a base de pescado, como los nuggets de trucha, lo hacen debido a las percepciones positivas asociadas a su contenido de ácidos grasos esenciales como el omega-3. Según (Calvo, Ottar, & Tudoran, 2022), los consumidores que eligen productos a base de pescado a menudo lo hacen por las percepciones de salud asociadas con el pescado. Sin embargo, cuando la calidad nutricional no está adecuadamente garantizada, estas expectativas pueden verse defraudadas.

El proyecto de elaborar nuggets de trucha arcoíris fortificados con germinados de brócoli y harina de amaranto responde a la necesidad de ofrecer productos con un perfil nutricional superior, combinando las bondades de la trucha con los beneficios adicionales del amaranto y los germinados de brócoli, dos ingredientes con un alto valor nutricional,

especialmente en términos de proteínas vegetales, fibra y minerales esenciales. La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es una fuente de proteína magra rica en omega-3, lo que la convierte en un ingrediente clave para promover una alimentación saludable. Por otro lado, el germinado de brócoli (*Brassica oleracea*) es reconocido por su alto contenido de compuestos bioactivos, como glucosinolatos y sulforafano, además de ser una excelente fuente de antioxidantes, vitaminas y minerales., mientras que la harina de amaranto (*Amaranthus hybridus L.*) aporta aminoácidos esenciales y es una excelente fuente de fibra, lo que favorece la digestión y contribuye a la salud cardiovascular.

En este sentido, la importancia de este proyecto radica en la posibilidad de fortificar un alimento procesado comúnmente percibido como menos saludable, añadiendo ingredientes naturales que enriquecen su perfil nutricional, considerando que tal innovación puede incentivar el consumo de productos de pescado, especialmente de trucha, una especie de bajo consumo en el país, promoviendo a la vez una dieta más equilibrada y saludable.

Además, las propiedades sensoriales de los alimentos son cruciales en la decisión de compra de los consumidores, y es aquí donde este proyecto cobra relevancia, ya que se busca optimizar la aceptación sensorial de los nuggets. Según Cañada et al. (2021), garantizar la calidad proteica en los nuggets de pescado no solo es una cuestión de ética y salud pública, sino también de competitividad en el mercado. De esta manera, al mejorar las características sensoriales (sabor, textura, aroma) y nutricionales del producto, se crea una opción atractiva para los consumidores preocupados por su salud sin renunciar a la comodidad de un alimento rápido.

Finalmente, el proyecto no solo tiene el potencial de mejorar la calidad de los productos alimenticios procesados, sino que también puede contribuir al fomento de la agricultura y la pesca sostenible, utilizando ingredientes locales y accesibles como la trucha y el amaranto, lo que beneficia tanto a los productores como a los consumidores. Asimismo, el alimento

germinado responde a la tendencia creciente hacia los alimentos funcionales, aquellos que ofrecen beneficios adicionales a la salud más allá de la simple nutrición básica.

2.3 Formulación del problema

¿Cómo influye la fortificación de los nuggets de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) con germinados de brócoli (*Brassica oleracea*) y harina de amaranto (*Amaranthus hybridus* L.) en sus propiedades físico-químicas, nutricionales, y sensoriales, comparado con los nuggets de pescado convencionales disponibles en el mercado?

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Elaborar nuggets a base de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) fortificado con germinados de brócoli (*Brassica oleracea*) y harina de amaranto (*Amaranthus hybridus* L.)

2.4.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica sobre las propiedades y características de las materias primas: trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), germinado de brócoli (*Brassica oleracea*) y harina de amaranto (*Amaranthus hybridus* L.).
- Formular y elaborar nuggets de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) fortificado con germinado de brócoli (*Brassica oleracea*) y harina de amaranto (*Amaranthus hybridus* L.).
- Realizar un análisis físico-químico (proteína-grasa) y sensorial de los tratamientos para determinar cuál es el mejor tratamiento.
- Determinar un análisis nutricional y microbiológico del mejor tratamiento.
- Establecer costos de producción del mejor tratamiento.

2.5 Actividad y tareas en relación a los objetivos planteados

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultados
Realizar una revisión bibliográfica sobre las propiedades y características de las materias primas: trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), germinado de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>) y harina de amaranto (<i>Amaranthus hybridus L.</i>).	Recopilación de información científica sobre las propiedades nutricionales, características y beneficios de la trucha arcoíris, el germinado de brócoli y la harina de amaranto.	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616:2011 - Harina de Cereales y Leguminosas	Se desarrolló el marco teórico encontrado en la pág:12-27.
	Elaboración de nuggets a base de pescado.	Elaboración y evaluación de germinados de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>): Análisis bromatológico y microbiológico” Proceso metodológico de selección de materia prima y elaboración de nuggets bajo norma CXS 166-1989.	Normativa CXS 166-1989 explicada en la pág: 35
Formular y elaborar nuggets de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) fortificado con germinado de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>) y harina de amaranto (<i>Amaranthus hybridus L.</i>).	Formulación de recetas para nuggets de trucha arcoíris con diferentes concentraciones de germinado de brócoli y harina de amaranto, utilizando distintos tipos de empanizado (apanadura grilé y panko japonés).	Diseño experimental bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con ángulo factorial de A x B con dos repeticiones.	La elaboración de nuggets de trucha arcoíris se encuentra en la pág.: 40-46 Formulación de los nuggets localizado en la tabla 11 de la pág. :49

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultados
Realizar un análisis físico-químico y sensorial de los tratamientos (proteína-grasa) para determinar cuál es el mejor tratamiento.	Evaluar las propiedades sensoriales de los nuggets a través de una encuesta de consumo o de gusto.	Encuesta de consumo para evaluar el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de los nuggets. Uso de hojas de degustación para registrar las respuestas sensoriales.	Análisis sensorial pág.: 51-64
	Análisis físico-químicos de los nuggets .	Determinación de proteína, AOAC 2001.11 y grasa AOAC 2003.06.	Análisis físico-químicos pág.: 65- 72
Determinar un análisis nutricional y microbiológico del mejor tratamiento.	Análisis nutricional de los nuggets (humedad, proteína, grasa, cenizas y carbohidratos).	Determinación de humedad, AOAC 925.10 proteína, AOAC 2001.11 grasa AOAC 2003.06, ceniza AOAC 923.03 y carbohidratos siguiendo las normas. Determinación de carbohidratos se realizará por medio del cálculo por diferencia de los análisis anteriores de: proteína, grasa, humedad y cenizas.	Comparación de los resultados obtenidos con otras marcas o bibliografía Tabla 40 y pág. 73

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultados
	La toma de muestras para el análisis microbiológico se realizará de acuerdo a la NTE INEN 1529-2.	<p>Recuento de aerobios mesófilos por el método AOAC 2015.13.</p> <p>Recuento de <i>Escherichia coli</i> (UFC/g), se determinará según el método señalado en la norma AOAC 991.14</p> <p>Recuento de mohos y levaduras (UFC/g), se determinará según el método señalado en la norma AOAC 997.02.</p> <p>Recuento de <i>Salmonella</i> se determinará según el método señalado en la norma NTE-INEN 1529-15.</p>	Estándares establecidos INEN 183. Tabla 53 y pág: 74
Establecer costos de producción del mejor tratamiento.	Realizar el cálculo de los costos de producción para el mejor tratamiento.	Los costos de producción del mejor tratamiento se considera los costos de los insumos y otros costos directos e indirectos involucrados en el proceso.	Costos de producción detallados para el mejor tratamiento del producto, permitiendo una evaluación de la rentabilidad y eficiencia del proceso. Tabla 60 pag:74

Fuente: Mopocita & Villota (2024)

2.6 Fundamentación Teórica o Marco Referencial

2.6.1 Antecedentes

Alvarado (2020), en su trabajo titulado “Aplicación de la harina y semillas de moringa (*Moringa oleífera*) con harina de amaranto (*Amaranthus spp.*) en la elaboración de una carne vegana”, se propuso desarrollar un producto cárnico vegano orientado a consumidores interesados en una alimentación saludable. Para este fin, utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) y llevó a cabo una evaluación sensorial a través de un panel, determinando que el tratamiento t_3 fue el mejor valorado, con una media de 2,90, seguido por t_2 y t_1 . Los análisis de laboratorio evidenciaron que el tratamiento T3 presentó una dureza de 6,66 y una desviación de 0,18, mientras que el contenido proteico total de la formulación alcanzó el 8,71 %. La investigación concluyó que el amaranto, debido a su alto contenido de proteínas, puede ser un excelente ingrediente para productos veganos, superando en valor proteico al arroz integral. Además, recomendó hervir las semillas de moringa para reducir su sabor amargo.

Por su parte, Lucas (2021), en su investigación titulada “Incidencia del amaranto (*Amaranthus caudatus*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de una mortadela a base de codorniz (*Coturnix coturnix*)”, tuvo como objetivo evaluar la influencia del amaranto en las propiedades de una mortadela elaborada con carne de codorniz. Para ello, se diseñó un experimento en bloques aleatorios, donde participaron 30 jueces que evaluaron la mortadela sensorialmente mediante una escala hedónica. El tratamiento de mayor aceptación fue sometido a análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos. Los resultados indicaron que el tratamiento con un 75% de carne de codorniz, 15% de grasa de cerdo y 10% de harina de amaranto obtuvo las mejores calificaciones sensoriales. Los análisis fisicoquímicos mostraron una humedad del 63,25%, un pH de 6,44 a 27.3°C, y un contenido de cenizas del 4,14%. La composición nutricional arrojó un 13,75% de proteína, 9,12% de lípidos, 3,62% de almidón y

1,08% de fibra. Además, el análisis microbiológico demostró la ausencia de patógenos (aerobios mesófilos, *E. coli*, hongos y levaduras) durante 21 días de almacenamiento, estimando así una vida útil de tres semanas para el producto.

De la misma manera, Mayorga (2023), en su trabajo titulado “Sustitución de harina de trigo por harina de amaranto en salchicha de ternera”, buscó reemplazar la harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harina de amaranto (*Amaranthus caudatus* L) en la producción de salchichas de ternera. Para ello, empleó un Diseño Completamente al Azar junto con la prueba de significancia de Tukey ($P < 0,05$), aplicando cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de harina de amaranto (1,6%, 3,2%, y 4,8%) y comparándolos con un control, en un total de 16 unidades experimentales de 500 g cada una. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,01$) en el contenido de proteína, siendo el tratamiento con 4,8% de harina de amaranto (t_3) el que obtuvo el valor más alto. Asimismo, se observó una disminución en el contenido de humedad hasta 55,5% en t_3 y un incremento en el pH a 6,55 a medida que aumentó el porcentaje de harina de amaranto. Los análisis microbiológicos confirmaron la ausencia de *Salmonella*, y las cantidades de aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* se mantuvieron dentro de los límites de la norma NTE INEN 1338:12. En las evaluaciones organolépticas, los atributos de apariencia, color, sabor, olor y textura de todos los tratamientos recibieron una calificación de "Muy Bueno". Finalmente, el análisis de costo/beneficio arrojó un indicador de \$1,20 para todos los tratamientos, concluyendo que la harina de amaranto representa una alternativa viable a la harina de trigo, ofreciendo resultados favorables en los análisis bromatológicos, microbiológicos, económicos y organolépticos.

Finalmente, Sánchez & Guerrero (2013) desarrollaron una investigación enfocada en la formulación y elaboración de nuggets a base de pasta de pollo con distintos niveles de carne de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con el objetivo de crear un producto innovador y de fácil preparación que aporte valor nutricional y fomente el consumo de pescado en la región.

Para ello, formularon cinco tratamientos distintos (de T0 a T4) con diferentes proporciones de carne de trucha y pasta de pollo, siguiendo las normas técnicas colombianas ICONTEC N°1325 y N°4348. El estudio incluyó análisis microbiológicos, físico-químicos y sensoriales, además de pruebas de antibióticos y panel de degustación para evaluar la aceptación del público. Los resultados indicaron variaciones en las propiedades nutritivas y sensoriales entre los tratamientos, permitiendo identificar la fórmula óptima en términos de aceptación, calidad físico-química y viabilidad económica.

2.6.1 Marco Teórico

□ El nugget como producto alimenticio

Los nuggets son productos procesados y precocidos, en estado fresco, empanados, elaborados a partir de pasta de pescado o filetes sin espinas, con la adición de subproductos de pescado y otros ingredientes y aditivos aprobados por la autoridad competente. Estos productos tienen una vida útil de 30 días cuando se almacenan a temperaturas de congelación entre -15°C y -18°C , siempre que se mantenga la cadena de frío intacta (Sánchez & Guerrero, 2013).

A nivel industrial, la preparación del nugget comienza con el molido de la proteína, seguido de la incorporación de los aditivos, los cuales han sido previamente dosificados y mezclados. Posteriormente, se realiza el mezclado de estos ingredientes hasta obtener una masa homogénea. De manera simultánea, se preparan el rebozado y el empanizado, ya que, una vez formada la masa, se transfiere a una máquina formadora que le da la forma característica al producto. A continuación, a través de una cinta transportadora, el nugget se sumerge en un rebozado y empanizado. Luego, se somete a una fritura en un freidor continuo. Después de la fritura, el producto se introduce en un túnel de congelación a una temperatura de -25°C , con un tiempo de residencia de 30 minutos. Finalmente, los nuggets son envasados y almacenados en una cámara a temperaturas entre -25°C y -28°C .

Zapata & Aguilera (2014), menciona que “los alimentos fritos apanados como los nuggets de pollo, son preferidos por los consumidores debido al aumento de la palatabilidad proporcionado por un interior suave y húmedo, junto con una corteza crujiente y porosa”.

□ **Historia y evolución del nugget**

Se remonta a 1963, cuando Robert C. Baker, ingeniero en Tecnología de los Alimentos de la Universidad Cornell, desarrolló un método para cortar los nuggets de pollo en trozos más pequeños elaborados con la parte menos rentable del pollo. El objetivo fue encontrar nuevas formas de comercializar la carne de ave. En 1981 los nuggets se estrenaron en algunos McDonald´s seleccionados y en 1983 llegaron a todos los restaurantes. Fueron un éxito masivo, lo que aumentó a su vez la popularidad del pollo, que, hasta entonces, no era ni de lejos la carne barata que hoy todos consumimos de forma cotidiana.

Ayuso (2021), “El aumento de la demanda de pollo en la comida rápida no sólo impulsó el aumento del consumo de pollo, sino que también llevó a un esfuerzo interminable por industrializar aún más la producción avícola”, explica Striffler. “Los avicultores que lograron criar pollos adultos en unas seis semanas fueron absorbidos por las grandes corporaciones agroindustriales”.

2.6.1.2 Materias Primas de estudio

□ **Trucha arcoíris**

La trucha arcoíris según explica (Sánchez & Guerrero, 2013), es un pez con una coloración que varía según su hábitat, edad y reproducción, generalmente de color azul verdoso o amarillo verdoso con una línea rosa a los lados y manchas negras en la parte dorsal y las aletas. Su forma es alargada y comprimida, y puede alcanzar un tamaño de hasta 80 cm, aunque el tamaño más común es entre 20 y 40 cm. Vive en aguas frías y limpias de ríos y lagos, con temperaturas entre 0 y 30°C, siendo más tolerante que otras especies de salmónidos. Se reproduce de forma esporádica en la naturaleza, lo que impide la formación de poblaciones

estables, pero en su cultivo se utilizan mayoritariamente hembras, que alcanzan la talla comercial de manera más eficiente.

Este pez se distingue de la trucha común por su cabeza más pequeña, su coloración variada y su patrón de manchas negras. Presenta una aleta adiposa, dos aletas dorsales y una aleta caudal con borde recto. En cuanto a su morfología, los machos adultos tienen una cabeza más alargada y una mandíbula prominente, además de una coloración más acentuada. En estado libre, la trucha arcoíris puede alcanzar entre 50 y 70 cm de longitud y pesar de 4 a 5 kg, aunque a los dos años su peso natural es de unos 200 g. La trucha arcoíris es muy apreciada en la comercialización por su rendimiento y la calidad de su carne, lo que favorece su cultivo en diversos entornos (Sánchez & Guerrero, 2013).

□ Origen de trucha arcoíris

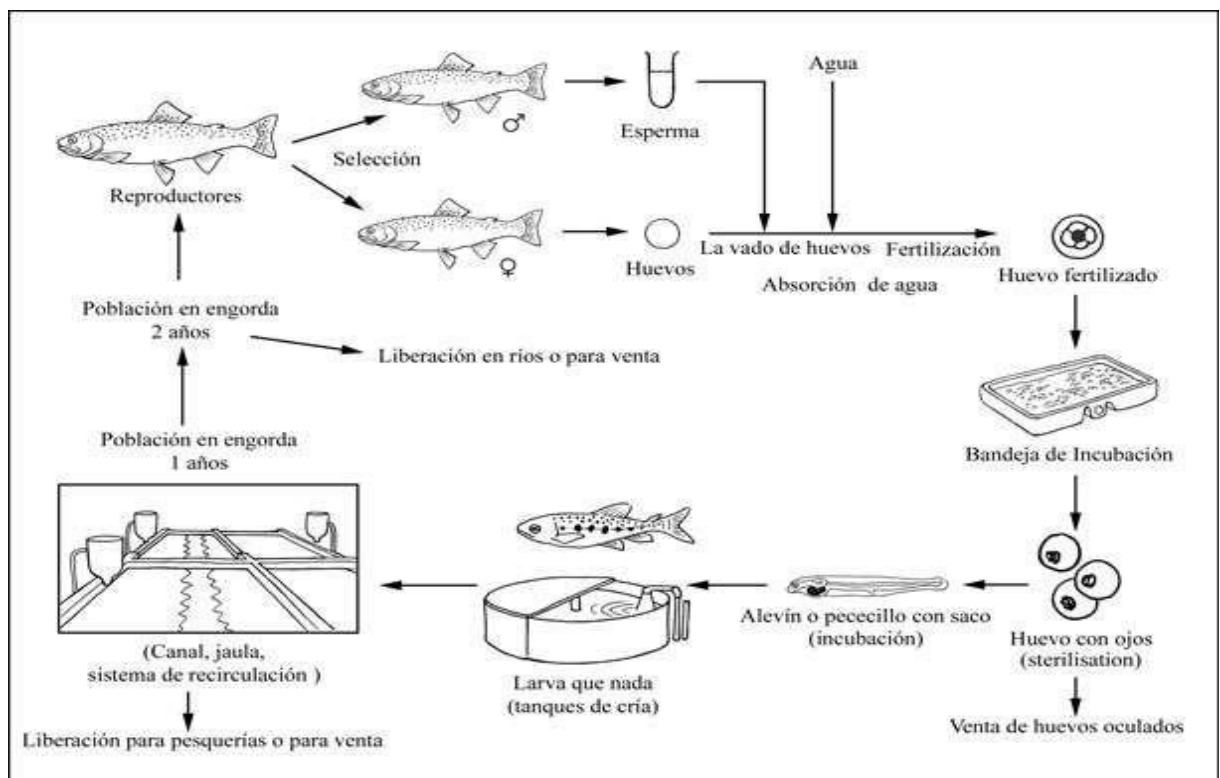
La trucha arcoíris es originaria de las cuencas hidrográficas que desembocan en el Pacífico en América del Norte, desde Alaska hasta México. Desde 1874, ha sido introducida en aguas de todos los continentes, a excepción de la Antártica, con fines recreativos para la pesca deportiva y la acuicultura. La producción de esta especie creció significativamente en la década de 1950 con la introducción de alimentos peletizados. Actualmente, las pesquerías y el cultivo de trucha se practican en cuencas altiplánicas de países tropicales y subtropicales en Asia, África oriental y Sudamérica. Como consecuencia, se han desarrollado diversas cepas locales domesticadas, como las de Shasta y Kamloops, además de otras que han surgido por selección masiva y cruzamientos con el fin de mejorar la calidad de los peces para su cultivo (FAO, 2009).

La figura 1 ilustra el proceso de cultivo de la trucha arcoíris, desde la reproducción hasta la liberación de los peces o su venta. En la parte superior, se muestra que los reproductores de trucha, tanto machos como hembras, se seleccionan para producir los huevos y el esperma. Estos son fecundados en el agua, donde los huevos absorben agua antes de convertirse en huevos fertilizados, que luego se colocan en una bandeja de incubación. Durante este proceso,

los huevos se desarrollan y eventualmente se transforman en alevines con saco vitelino, que luego pasan a la etapa de incubación.

En la parte inferior de la imagen, se observa cómo los alevines, una vez desarrollados, se trasladan a los tanques de cría o sistemas de recirculación, donde continúan su crecimiento. Después de un período de engorda de aproximadamente un año, los peces están listos para ser liberados en ríos o para su venta en pesquerías. Para los peces que continúan su ciclo, un segundo año de engorda prepara a los ejemplares para ser vendidos o liberados en los mismos sistemas.

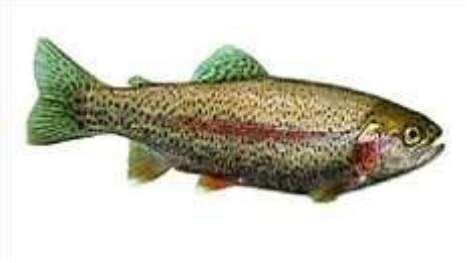
Figura 1 *Ciclo de Producción de la trucha arcoíris*



Fuente: Tomado de (FAO, 2009).

□ **Taxonomía de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)**

Tabla 2 *Taxonomía de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)*

Reino	Animalia	
Filo	Chordata	
Clase	Actinopterygii	
Orden	Salmoniformes	
Familia	Salmonidae	
Género	Salmo	
Especies	<i>Oncorhynchus Salvelinus</i>	

Fuente: Tomado de (Sánchez & Guerrero, 2013).

La piscicultura es el producto animal de importancia ya que es considerado el recurso proteínico animal de mayor consumo en la población mundial, además por su importancia en la salud ya que contiene ácidos grasos poliinsaturados OMEGA 3, vitaminas como el retinol (ADE) y minerales como yodo y selenio; su aporte es del 25% de proteína animal para los países en vías de desarrollo.

(Zambrano, Guachichullca, & Valdiviezo, 2021) menciona que “la acuicultura y pesca artesanal, es determinante para la soberanía alimentaria de los pueblos, el cual reduce la pobreza, la seguridad alimentaria, efectuando ingresos económicos, bienestar nutricional y laboral”.

Por cada 100 gramos de carne, proporciona aproximadamente 120-150 calorías, 20-25 gramos de proteínas, 5-7 gramos de grasas, y es baja en carbohidratos. Según (Calvo, Ottar, & Tudoran, 2022), las grasas en la trucha son en su mayoría insaturadas, con un alto contenido de omega-3, que ayuda a reducir la inflamación y mejora la salud del corazón. También es rica en vitaminas B, como B12 y niacina, y minerales como fósforo, selenio, y potasio, lo que contribuye a una dieta equilibrada y saludable.

□ **Propiedades Nutricionales**

La trucha es un pescado muy nutritivo, con un contenido en grasa del 3%. Es fuente de ácidos grasos omega-3, proteínas con elevado valor biológico, minerales como selenio, fósforo y vitaminas como B12, niacina, vitamina B6 y D.

Tabla 3 *Ingesta Nutricional por cada 100 g*

Energía (Kcal)	90
Proteína (g)	15,7
Lípidos totales (g)	3
AG monoinsaturados (g)	0,43
AG Poliinsaturados (g)	0,74
Carbohidratos	0
Sal (g)	0,09

Fuente: Adaptado de (Florez & Roldán, 2021).

□ **Germinados de Brócoli**

El germinado de brócoli es un alimento que se obtiene al dejar germinar las semillas de brócoli durante unos días. Durante este proceso, las semillas desarrollan pequeñas raíces y brotes ricos en compuestos bioactivos. (Rincón verde, 2024)

Este alimento es altamente valorado por su perfil nutricional, ya que es una excelente fuente de: compuestos como glucosinolatos, antioxidantes, vitaminas (C, K, y A), minerales como calcio, hierro, potasio y magnesio, fibra dietética.

En la industria alimentaria, los germinados de brócoli son empleados en una amplia variedad de productos, desde ensaladas hasta salsas, y pueden consumirse crudos o cocidos. También se utilizan en la elaboración de jugos, smoothies y como complemento en productos funcionales debido a sus propiedades nutricionales y quimio protectoras.


□ **Origen**

El brócoli (*Brassica oleracea*), originario de la región mediterránea, pertenece a la familia *Brassicaceae* y ha sido cultivado durante siglos como un alimento de alto valor

nutricional. Los germinados de brócoli se obtienen al germinar sus semillas, un proceso que maximiza la concentración de glucosinolatos y sulforafano, compuestos asociados con beneficios para la salud. El consumo de germinados se ha popularizado a nivel global, especialmente en dietas saludables por su potencial antioxidante y anticancerígeno. (Cuesta & Fusari, 2022)

□ Taxonomía

Tabla 4 Taxonomía de brócoli (*Brassica oleracea*)

Reino	Plantae	
Filo	Angiosperms	
Clase	Eudicots	
Orden	Brassicales	
Familia	Salmonidae	
Género	Brasica	
Especies	Brasica oleracea	

Fuente: Tomado de (Sánchez & Guerrero, 2013).

□ Propiedades Nutricionales

Tabla 5

Valor Nutricional germinado de brócoli por cada 100 g

Energía (Kcal)	34,97
Proteína (g)	2,82
Grasas (g)	0,37
AG mono insaturados (g)	0
AG Poliinsaturados (g)	0
Fibra	2,6
Hidratos de carbono	6,64
Sal (g)	0,003

Fuente: Tomado de (Florez L. , 2023).

□ Amaranto

El amaranto es una planta comestible que puede alcanzar entre 0.5 y 3 metros de altura y se caracteriza por sus hojas amplias y coloridas, además de sus espigas y flores en tonos

púrpura, naranja, rojo y dorado. Según, la familia Amaranthaceae abarca aproximadamente sesenta géneros, de los cuales alrededor de cincuenta son nativos de América, mientras que los restantes provienen de Europa, Asia, África y Australia. Entre las especies más valoradas que producen semilla están *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*, especialmente apreciadas en los Andes y en México (Algara, Gallegos, & Reyes, 2016).

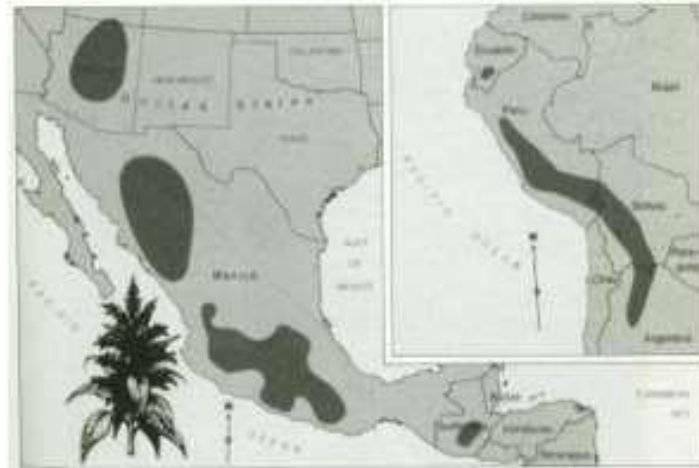
□ Origen

El amaranto, cuyo nombre proviene del griego y significa "eterno" o "perdurable", ha sido un cultivo esencial en América desde tiempos antiguos, especialmente en México, donde ha perdurado en la agricultura tradicional. En la actualidad, se ha revitalizado su cultivo debido a su valor nutricional, su potencial para nuevos productos alimenticios y sus beneficios agrícolas (Alvarado, 2020).

Al ser una planta de gran importancia histórica y cultural, su origen data de épocas precolombinas, aproximadamente en el año 4000 a.C. Su domesticación se inició en regiones de Centro y Norteamérica, especialmente en Guatemala y México, donde era considerado un alimento esencial en las civilizaciones mesoamericanas. A lo largo del tiempo, su cultivo se expandió a diversas zonas de Sudamérica, como Ecuador, Perú y Bolivia. En estas áreas, el amaranto fue ampliamente valorado no solo por sus propiedades nutritivas, sino también por su simbolismo en ceremonias y rituales (Cataña, 2020).

Sin embargo, con la llegada de los conquistadores españoles, el cultivo de esta planta se vio relegado e incluso prohibido en algunos lugares debido a sus asociaciones culturales con prácticas consideradas paganas. Tal desplazamiento hizo que su producción disminuyera drásticamente entre los años 1577 y 1890, persistiendo únicamente en comunidades rurales que mantuvieron la tradición de su cultivo en zonas aisladas (Haro, 2011).


Figura 2 Origen y distribución del amaranto



Fuente: Tomado de (Haro, 2011).

□ Taxonomía del amaranto (*Amaranthus hybridus* L.)

Tabla 6 Taxonomía del amaranto (*Amaranthus hybridus* L.)

Reino	Vegetal	
División	Fanerógama	
Tipo	Embryophyta siphonagama	
Subtipo	Angiosperma	
Clase	Dicotiledonea	
Subclase	Archyclamdieae	
Orden	Centrospernales	
Familia	Amaranthaceae	
Género	Amaranthus	
Especies	Caudatus, cruentus e hypochondriacus	

Fuente: Tomado de (Cataña, 2020).

□ Composición química

El amaranto se compone de varios elementos químicos, los cuales se muestran en la tabla.

Tabla 7 Composición química del amaranto (*Amaranthus hybridus* L.)

Parámetro	Porcentaje
Proteína	13-17
Grasa	6-7
Carbohidratos totales	61-65

Fibra cruda	7-8
Cenizas	3-6
Humedad	5-10

Fuente: Tomado de (Cataña, 2020).

□ **Harina de amaranto**

La harina de amaranto se produce a partir de la molienda de las semillas de amaranto y constituye una alternativa saludable a las harinas tradicionales, como la de trigo.

□ **Composición química de harina de amaranto**

Tabla 8 *Comparación química de amaranto*

Parámetro	Porcentaje
Proteína	14-18
Grasas	6,3-8,1
Carbohidratos totales	50-61
Fibra	2,2-5,8
Cenizas	2,8-4,4
Humedad	7,9-10,8

Fuente: (Mapes Sánchez, 2015)

La fibra dietética de este producto es libre de gluten, adecuada para enfermedades celíacas y sensibilidad al gluten, y ayuda a mejorar la digestión, la salud intestinal y controlar el azúcar en la sangre.

La harina de amaranto también es rica en micronutrientes como hierro, calcio, magnesio, y fósforo. Estos minerales son esenciales para mantener huesos fuertes, una buena salud cardiovascular, y un funcionamiento óptimo del sistema nervioso. Además, contiene antioxidantes como la vitamina E, que ayuda a combatir el estrés oxidativo y protege las células del daño (Osorio, 2024).

La harina de amaranto tiene minerales como calcio, hierro, fósforo, magnesio, manganeso y potasio, clave para la salud ósea, función muscular y circulación sanguínea.

Además, contiene vitaminas como vitamina A, vitamina C, vitamina E, vitaminas del complejo B, grasas saludables, y una fibra dietética tres veces más que trigo, ayudando a promover una digestión saludable.

□ **Tipos de empanizado**

□ **Panko japonés**

El panko es un tipo de pan rallado que se originó en Japón y se ha convertido en un ingrediente popular en la cocina internacional. El término "panko" se deriva del pan japonés "pan" y "ko" que significa "crujiente" en japonés. El proceso de elaboración del panko implica la eliminación de las migas de pan y la cocción al vapor de la miga restante, seguida de un proceso de secado y triturado para crear el pan rallado de textura gruesa y crujiente que se conoce hoy en día. (Directo a Japón, 2023).

El panko es mucho más que un simple pan rallado; es un ingrediente esencial en la cocina japonesa que destaca por su textura ligera, aireada y de granulado grueso. Su estructura porosa permite crear una capa exterior ultra crujiente que, al mismo tiempo, minimiza la absorción de aceite, lo que resulta en platos más ligeros y menos grasosos. A diferencia del pan rallado occidental, que es más seco y fino, el panko aporta una textura más voluminosa y atractiva a los alimentos. (Bertha & Jesús, 2014)

El panko se introdujo por primera vez en la cocina japonesa a principios del siglo XX, como resultado de la influencia de la cocina occidental en Japón. Con el tiempo, se ha popularizado en todo el mundo y se utiliza en una amplia variedad de platos, desde platos principales hasta aperitivos y postres.

□ **Métodos principales para su producción**

Horneado térmico. En este proceso tradicional, el pan se cocina en hornos de gas convencionales. El resultado es un panko suave y esponjoso, ideal para recetas donde se busca una textura más delicada y que se derrita en la boca. Este método es preferido en restaurantes de alta gama debido a su sabor y ligereza. (Bertha & Jesús, 2014)

Horneado eléctrico: Este método utiliza placas de acero que transmiten electricidad para cocinar el pan sin corteza, dando como resultado un pan más denso. El panko elaborado con este método es notablemente más firme, con una menor absorción de aceite, lo que asegura una textura crujiente más duradera. Este tipo de panko es ideal para alimentos fritos que requieren mantener su textura durante más tiempo, como en el caso de la comida para llevar.

Ambos métodos producen panko de alta calidad, cada uno con características únicas que se adaptan a diferentes necesidades culinarias. La elección entre ellos depende del tipo de plato que se desee preparar y del resultado que se busque en cuanto a textura y sabor. Ambos métodos producen panko de alta calidad, cada uno con características únicas que se adaptan a diferentes necesidades culinarias. La elección entre ellos depende del tipo de platillo que se desee preparar y del resultado que se busque en cuanto a textura y sabor.

□ Información nutricional de panko japonés

Tabla 9 Información nutricional por cada 100 g de panko

Energía (Kcal)	395
Grasas totales (g)	5
Ácidos grasos saturados	1,2
Colesterol (mg)	0
Proteína (g)	13
Potasio	0
Hidratos de carbono (mg)	72
Azúcares (g)	6

Fuente: (Orientalmarket, 2014)

El panko es un ingrediente versátil y crujiente que se utiliza en todo el mundo en una amplia variedad de platos. Originario de Japón, se ha popularizado en todo el mundo gracias a su textura única y a su capacidad para añadir un toque crujiente a cualquier plato. Con una amplia variedad de tipos y sabores disponibles, el panko es un ingrediente esencial en cualquier cocina creativa y versátil.

□ **Apanadura grilé**

(Fitia, s.f.) menciona que la apanadura grilé es un tipo de pan rallado producido por la marca ecuatoriana Grilé. Se utiliza comúnmente para empanizar alimentos, proporcionando una textura crujiente y dorada al ser cocinados. Se pueden encontrar en presentaciones de 500g en los diversos puntos de venta.

□ **Información nutricional**

Según datos de Fitia Ecuador, una porción de 100 gramos de pan molido apanadura grilé contiene:

Tabla 10 *Información nutricional por cada 100 g de apanadura grilé*

Calorías (Kcal)	380
Grasas totales (g)	4
Carbohidratos (mg)	71.0
Proteína (g)	15

Fuente: (Fitia, s.f.)

□ **Aplicación en alimentos**

Según (Fitia, s.f.) describe que apanadura grilé es ideal para: empanizar carnes, aves, pescados y vegetales, brinda una capa crujiente y dorada al freír o hornear los alimentos y preparar platos tradicionales como: milanesas, croquetas y otros empanizados.

2.6.2 Marco conceptual

2.6.2.1 Ácido cítrico

Es un conservante y antioxidante natural ampliamente utilizado en la industria alimentaria para prevenir la oxidación y el deterioro de los alimentos (Amanda, 2015). Su incorporación en productos cárnicos y embutidos ayuda a mantener el color, retrasar la rancidez y mejorar la estabilidad del producto.

2.6.2.2 Aerobios mesófilos

Microorganismos que crecen en presencia de oxígeno y a temperaturas entre 20-45°C, utilizados como indicadores de calidad microbiológica en alimentos. (Jay, 2021)

2.6.2.3 Air Fryer

Electrodoméstico que emplea aire caliente en circulación rápida para freír alimentos con menos aceite que los métodos tradicionales, proporcionando texturas crujientes. (Nadia Mirabella, 2014)

2.6.2.4 Apanadura Grilé

Tipo de empanizado más grueso y texturizado, que proporciona una cobertura crujiente y dorada en productos fritos o al horno. (López, 2019)

2.6.2.5 Empanizado

Proceso culinario en el que un alimento es cubierto con pan rallado u otros ingredientes secos antes de ser frito o cocinado.

2.6.2.6 Fibra bruta

Fracción de los carbohidratos no digeribles presentes en los alimentos, compuesta por celulosa y lignina, determinada mediante métodos químicos en análisis bromatológico. AOAC. (2019). Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st Edition.

2.6.2.7 Germinación

Proceso biológico mediante el cual una semilla desarrolla una plántula tras la activación de su metabolismo en presencia de agua, oxígeno y temperatura adecuada. (Bewley, 2023)

2.6.2.8 Harina de amaranto

Producto obtenido de la molienda del grano de amaranto (*Amaranthus hybridus* L.), rico en proteínas, fibra y minerales, con aplicaciones en panificación y productos sin gluten. (León-Camacho, 2021)

2.6.2.9 Mezcla de poli fosfatos

Mejoran la capacidad de retención de agua, estabilizan las emulsiones y fortifican los alimentos con minerales esenciales. Sin embargo, su uso debe ser equilibrado para evitar los posibles riesgos para la salud asociados con la ingesta excesiva de fosfato (Saia, 2021)

2.6.2.10 Neutralizador de sabor

Sustancia utilizada en la industria alimentaria para reducir o eliminar sabores y olores no deseados en productos procesados, como proteínas hidrolizadas o pescado. (Reineccius, 2006)

2.6.2.11 Trucha arcoíris

La (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie de pez de agua dulce y salmónido, ampliamente utilizada en acuicultura y pesca deportiva. Es valorada por su alto contenido proteico y ácidos grasos omega-3. (FAO, 2020)

2.6.2.12 Empanizado

Proceso culinario en el que un alimento es cubierto con pan rallado u otros ingredientes secos antes de ser frito o cocinado. (Bourne, 2021)

2.6.2.13 Panko japonés

Variedad de pan rallado con textura ligera y aireada, utilizada en la cocina japonesa para proporcionar una cobertura extra crujiente a los alimentos fritos. (Yamada, 2018)

2.6.2.14 Sal nítal

Es una sal usada para curar y conservar embutidos. Su presencia en productos cárnicos genera una reacción que intensifica el color rojo de la misma dando entre otros el color tan característico de muchos salamis y salchichones (Amanda, 2015)

2.7. Metodología del proyecto de investigación

2.7.1. Tipos de investigación

2.7.1.1. Investigación aplicada

El estudio enfocado en la optimización de nuggets de pescado, aplicando principios de investigación de nutrición para mejorar su calidad dietética y sensorial. A través del análisis de variables como el perfil nutricional, la concentración de proteínas y el contenido de grasas, que buscó obtener un producto con mejores propiedades fisicoquímicas y una mayor aceptación por parte de los consumidores, utilizó conocimientos científicos previos para solucionar un

problema específico en la industria alimentaria. Los resultados obtenidos pueden contribuir al desarrollo de alimentos más saludables y con mejores características organolépticas, favoreciendo tanto a los productores como a los consumidores.

2.7.1.2. Investigación bibliográfica

En esta modalidad utilizó la recopilación de información a partir de documentos como tesis de grado, artículos científicos, proyectos de investigación, revistas científicas, periódicos, publicaciones en internet, tratando de profundizar y ampliar el tema en base a los criterios establecidos de diferentes autores.

La experimentación en laboratorio y planta industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi. permitió la manipulación de ingredientes y técnicas de empanado para evaluar el impacto de cada tratamiento. Para la elaboración de nuggets de trucha arcoíris cumplió el *CXS*

166-1989 NORMA PARA BARRITAS, PORCIONES Y FILETES DE PESCADO EMPANADOS

O REBOZADOS CONGELADOS RÁPIDAMENTE.

2.7.1.3. Investigación experimental

En el estudio sobre nuggets de pescado, la investigación experimental se implementó la formulación del producto y evaluar el impacto de estos cambios en variables de estudio. Se aplicó el diseño experimental DBCA en arreglo factorial de A x B donde, el factor A fue la concentración de los ingredientes principales (trucha arcoíris, germinado de brócoli y harina de amaranto), mientras que en el factor B fue el tipo de empanizado (panko japonés y apanadura grilé) que estaba sostenido por un rebozado de tipo gabardina. A través del análisis del perfil nutricional, la concentración de proteína y el contenido de grasa, se buscó obtener un producto con mejores propiedades fisicoquímicas y una mayor aceptación por parte de los consumidores.

El perfil nutricional, la concentración de proteínas y el contenido de grasa, utilizó métodos de procesamiento y tipos de recubrimiento para determinar cuáles ofrecen mejores

características sensoriales y fisicoquímicas. Se analizó los resultados mediante pruebas estadísticas, se pudo identificar diferencias significativas entre tratamientos, permitiendo seleccionar la mejor combinación de ingredientes y procesos para optimizar la calidad del producto. Este enfoque experimental fue clave para la innovación en la industria alimentaria, ya que posibilita el desarrollo de alimentos más saludables, funcionales y atractivos para el consumidor.

2.7.1.4. Investigación descriptiva

En el caso del estudio sobre nuggets de pescado, la investigación descriptiva se aplicó al analizar la evaluación sensorial y caracterizar el perfil nutricional, que fue la concentración de proteínas y el contenido de grasa del producto. A través de técnicas de laboratorio, se recopiló datos precisos que permiten conocer las propiedades fisicoquímicas de los nuggets, de acuerdo a su formulación. Este enfoque permitió identificar patrones, diferencias y similitudes entre distintas muestras, proporcionando información valiosa para la toma de decisión del mejor tratamiento. Con estos resultados, se pudo determinar si el producto cumple con estándares de calidad y normativas, además de servir como base para futuras investigaciones experimentales orientadas a mejorar su composición y aceptación en el mercado.

2.7.2. Técnicas e instrumentos de investigación

2.7.2.1 Proteína, AOAC 2001.11 metodología de experimentación para la determinación de proteína por medio del procedimiento Kjeldahl.

La metodología experimental para el proceso será la siguiente:

Preparación de la muestra

La muestra para analizar debe ser homogenizada por un tiempo entre 45 segundos a 1 minuto. El peso de la muestra será de 1 ± 0.0010 este se tomará en un papel filtro pequeño y se depositará en los tubos digestores. 4.4.2.

Digestión

A la muestra ubicada en los tubos se le adicionarán 2 tables de catalizador Kjeltec y 12 ml de ácido sulfúrico al 96%. El digestor tendrá entre 15-20 minutos de precalentamiento en la rampla #6. Después del precalentamiento se ubicarán las muestras en el digestor. En la primera rampla de temperatura #6 el tiempo de calentamiento será de alrededor de 50 minutos, en la segunda rampla #8 el tiempo de calentamiento será de alrededor de 50 minutos y en la rampla final de temperatura #10 el tiempo será de 1 hora. 4.4.3.

Destilación

Posterior a la digestión las muestras deberán dejarse enfriar alrededor de 15 minutos y se debe realizar inmediatamente la destilación en el destilador KjelFlex K-360 y con el programa “Nitrógeno”. El destilado se recogerá en Erlenmeyer de 250 ml los cuales deben contener 15 gotas de indicador mixto tashiro. Se debe verificar el estado del agua, ácido bórico y del hidróxido de sodio.

Titulación

La titulación se realizará inmediatamente al terminar la destilación. Se titulará con ácido clorhídrico de concentración 0.1 molar. Se usará la probeta electrónica de exactitud y se titulará hasta una coloración rojiza de la muestra en la cual el pH debe estar entre 4.45 y 4.6. (Arango S. V., 2022)

2.7.2.2 Método de cálculo para proteína en productos de derivados cárnicos

Mediante el procedimiento Kjeldahl la determinación de proteína es respecto a la caracterización de nitrógeno presente en la muestra (TKN), se utiliza la ecuación

$$(TKN) = \frac{((V_s - V_B) \times M \times N)}{W \times 10} \text{ (Ecuación 1)}$$

En dónde:

- V_s = Volumen de ácido titulante en la muestra
- V_B = Volumen de ácido titulante en el blanco
- M = Molaridad del ácido titulante (0,1)

- N = Peso molecular del nitrógeno (14.01)
- W = Peso de la muestra en gramos
- 10 = Factor de conversión de g/mg en porcentaje

Finalmente, cuando obtenemos el TKN y la cantidad de nitrógeno total de la muestra se aplica la ecuación 2 de determinación de proteína dada por la AOAC 2001.11

$$\%Proteína = TKN \times F \text{ (Ecuación 2)}$$

En dónde F es un factor el cuál varía dependiendo de la naturaleza de la muestra, para nuestro caso al ser productos derivados de material cárnico es de 6.25. Se verifica la titulación de la muestra por medio de un pH-metro y se sabe que el pH final de la muestra debe estar entre los rangos de 4.45 a 4.6. A partir de los resultados obtenidos tenemos la desviación estándar para el total de estos dada por la herramienta computacional Excel.

Ahora, la precisión del método se determina por medio de la desviación estándar relativa, mediante la ecuación 3:

$$RSD = S X^{-} * 100$$

Dónde:

- RSD = Desviación estándar relativa
- S = Desviación estándar
- X = Promedio de los resultados de la muestra

Para los insumos cárnicos se verifica la exactitud del método mediante el porcentaje de recuperación de proteína determinado por el método y comparado con lo reportado por los proveedores (Ecuación 4).

$$R\% = \frac{\bar{X}}{X_{ref}} \times 100$$

Donde:

- R (%) = Porcentaje de recuperación
- X = Valor promedio

- X_{reff} = Valores real

Fuente: (Arango S. V., 2022)

2.7.2.3 Grasa AOAC 2003.06 método de obtención de grasa cruda a partir de muestras alimenticias (cereales, lácteos y cárnicos)

Cárnicos y derivados

En el caso de cárnicos que se hallaban en refrigeración, se esperó que la muestra adquiriera temperatura ambiente, si la muestra ya se encontraba a temperatura ambiente se trituró en pedazos pequeños, se homogenizó por lo menos tres veces y se pesó.

Hidrólisis para cárnicos y derivados

Se pesó alrededor de 3 g de muestra en un matraz Erlenmeyer, se añadió 70 ml de agua desmineralizada y 60 ml de ácido clorhídrico concentrado grado técnico. Se sometió a hidrólisis mediante calentamiento a partir de que comenzó a hervir se tomó 30 minutos, todo el tratamiento se realizó dentro de la Sorbona.

Filtración

Después del hidrólisis se retiró de la cocineta y se esperó a que no emita vapores, se filtró la muestra, sobre papel filtro debidamente doblado y previamente humedecido para evitar pérdida de muestra, Se lavó el matraz Erlenmeyer con agua caliente, evitando pérdidas de muestra. Se lavó la muestra retenida en el papel filtro hasta ausencia total de ácido clorhídrico técnico (aproximadamente con 400ml de agua caliente), se retiró con cuidado el papel filtro y se colocó en una cápsula, identificando cada una de ellas con el número correspondiente a la muestra, se colocó en la estufa por 20 minutos a 130 °C. Cuando el papel se encontró seco y frío se introdujo cuidadosamente en los capuchones de celulosa, se limpió la cápsula contenedora cuidadosamente con algodón empapado en hexano para evitar pérdida de grasa adherida a la cápsula.

Extracción

Se tomó el peso de un vaso de extracción de grasa, previamente lavado, secado a 130°C por al menos una hora. Se encendió el extractor de grasa y se abrió el flujo de agua del condensador. Se adhirió a las columnas de extracción los capuchones que contienen las muestras, se añadió suficiente hexano (alrededor de 40ml) dentro de cada vaso para cubrir las porciones de prueba cuando los capuchones están en la posición de inmersión. Se colocó los vasos debajo de las columnas de extracción y se fijó en el lugar correspondiente, se colocó las columnas de extracción en la posición de inmersión, asegurándose que los dedales se encuentren sumergidos en el solvente y se hirvió por 20 min. Se verificó el rango de reflujo apropiado, después de los 20 minutos se levantó los capuchones y se colocó en la posición de lavado por 40 min. Después de corridos los 40 minutos se cerró las llaves de las columnas de extracción y se destiló la mayor cantidad de solvente posible de los vasos para recuperar el hexano y alcanzar sequedad aparente, alrededor de 20 minutos. Se removió los vasos de extracción del extractor de grasa y se colocó en la Sorbona para finalizar la evaporación del solvente a baja temperatura cuando fue necesario, si no lo requiere se llevó los vasos a la estufa directamente a 130°C por 30 min para eliminar los restos del solvente y la humedad residual existente. Se puso los vasos con la grasa al desecador, se enfrió hasta temperatura ambiente y se tomó el peso del vaso más la grasa.

Fuente: (Salazar, 2016)

2.7.2.4 Ceniza AOAC 923.03 basado en la incineración completa de la materia orgánica de la muestra en un horno mufla a 525°C, quedando únicamente el residuo de materia inorgánica.

Procedimiento

En un crisol de porcelana se pesa 1 g de harina o muestra seca o una cantidad de muestra hasta 5 g si el alimento tiene un alto contenido en agua, colocándose seguidamente en una placa calefactora para iniciar la combustión de la materia orgánica. Una vez reducido el volumen de

muestra se introduce en el interior de un horno mufla a 525°C hasta la obtención de cenizas completamente blancas, sin restos de materia orgánica.

$$\text{Cenizas(\%)} = \frac{P_2 - P_1}{P_1 - P_0} \times 100$$

Donde:

P_0 = Peso del crisol vacío

P_1 =Peso del crisol con muestra

P_2 = Peso del crisol con las cenizas

Fuente: (Jiménez, 2013)

2.7.2.5 Método de determinación de humedad, AOAC 925.10

Equipos y materiales

- Estufa
- Balanza analítica
- Cajas Petri
- Pinza metálica
- Espátula
- Desecador

Procedimiento

Lavar las cajas Petri con agua destilada, secar en una estufa a 105 °C por 8 h, secar en un desecador y una vez frías pesar.

Se pesa de 1 a 2 g de muestra molida en las cajas petri, se lleva a la estufa a 105 °C por 12 h (preferible una noche), se enfría las cajas petri con la muestra en un desecador y se pesan.

Cálculos

Para encontrar el porcentaje de humedad se usa la ecuación:

$$\% H = \frac{Pcmh - Pcms}{Pcmh - Pc} \times 100$$

Donde:

% H = porcentaje de humedad

Pc = peso de caja Petri

Pcmh = Peso del recipiente más muestra húmeda

Pcms = Peso del recipiente más muestra seca

Fuente: (Jiménez, 2013)

2.7.2.6 Recolección de datos

□ **Análisis sensorial**

La muestra de la población de catadores estuvo constituida por 20 catadores no entrenados en la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes, con conocimientos previos en procesos agroindustriales, contribuyeron a la evaluación sensorial de los nuggets. Durante la sesión, los catadores calificaron aspectos como el color, el olor, el sabor, la textura y la aceptabilidad general del producto.

En el estudio de los nuggets de trucha arcoíris fortificada con germinados de brócoli y harina de amaranto fue de degustación la cual comenzó con la preparación de cocción de nuggets de trucha mediante una Air friyer, ajustada a una temperatura constante de 350 °F, lo que permitió que el tiempo de cocción se redujera aproximadamente 10 minutos, asegurando una textura crocante y uniforme. Además, para facilitar la valoración de los sabores, se utilizó agua de limón como neutralizador, donde dicho líquido se proporcionó a los catadores entre cada muestra para limpiar su paladar y evitar la influencia de sabores previos en la evaluación sensorial, garantizando así una respuesta más precisa a cada parámetro calificado.

□ **Análisis físico químico**

Se realizaron 6 tratamientos con repetición, cada muestra fue etiquetada para saber la composición y calidad del tratamiento evaluado reflejado en el porcentaje de proteína y grasa por cada 100 g, los análisis fueron evaluados en el laboratorio ECUACHEMLAB ubicado en Quito.

□ **Análisis Nutricional y microbiológico**

Tuvo como finalidad identificar las características del mejor tratamiento y cuantificar microorganismos en nuggets de trucha arcoíris que puedan afectar la calidad y seguridad de los productos bajo normativas de saneamiento. Su finalidad principal fue prevenir riesgos sanitarios y garantizar su consumo.

2.7.3. Etapas del proceso y elaboración

2.7.3.1 Materia prima, insumos y equipos:

Materias primas principales

- Trucha arcoíris: *Proveedores Pescados y mariscos*
- Germinados de brócoli: marca comercial “*Germinatu*”
- Harina de Amaranto: *Supermercado Frutas del Cesar Latacunga*

Ingredientes para la mezcla

- Sal
- Hielo
- Pimienta negra molida
- Ajo en polvo
- Cebolla en polvo
- Condimento para pescado
- Conservantes

Empanizado y rebozado

- Harina de trigo
- Agua y bicarbonato de sodio
- Panko japonés o apanadura Grilé, que aportan una textura crujiente
- Panko japonés: *Onie Ecuador*
- Apanadura Grilé: *Grupo Bimbo*

Equipos y utensilios

- Báscula digital
- Cuchillos afilados
- Tabla de picar
- Procesador o picadora
- Picadora de hielo
- Refrigerador
- Bowls de acero inoxidable
- Tamiz o colador
- Bandejas de acero inoxidable

2.7.3.2. Método de selección y limpieza del germinado de brócoli para su integración en la masa de nuggets

El flujo a continuación describe los pasos para la selección de la materia prima:

- **Germinado de brócoli:** Punto inicial donde se partió con la materia prima.

Figura 3 *Compra del germinado de brócoli*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Recepción de materia prima:** Etapa en la que fue recibido el germinado de brócoli.

Figura 4 *Germinado de brócoli*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Limpieza:** Se apartó los brotes con características de coloración amarillento o semillas sin germinar para asegurar la calidad de la materia prima. En el proceso de lavado e higienización del germinado, se preparó una solución de desinfectante para vegetales (1 cucharada de desinfectante por cada 3 litros de agua) y desinfectar los brotes de brócoli para garantizar la seguridad alimentaria.

Figura 5 *Clasificación y limpieza*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Pesado:** Se realizó la medición de la cantidad exacta de germinado necesario para los distintos tratamientos en base a la formulación. **Figura 6 Pesado**



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

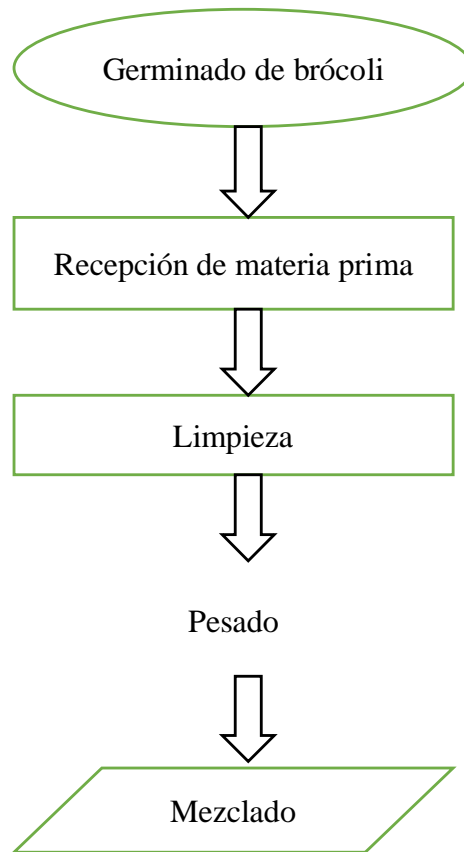
- **Mezclado:** Paso final, donde el germinado de brócoli se integró a la mezcla de los demás ingredientes para la elaboración de nuggets de trucha fortificada con germinado de brócoli y harina de amaranto.

Figura 7 *Incorporación de todos los ingredientes*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

Figura 8 *Proceso metodológico de selección de la materia prima*



Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

2.7.3.3. Proceso de elaboración de nuggets de trucha con germinado de brócoli y harina de amaranto.

- **Recepción de materia prima:** el filete de trucha reposó en condiciones de temperatura controlada entre 0°C y -4°C antes de su molienda. **Figura 9** *Trucha arcoíris*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Limpieza:** se retiró la piel y huesos de los filetes de trucha. **Figura 10** *Filete sin piel*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Pesado:** se usó básculas electrónicas para pesar con precisión cada uno de los ingredientes, incluyendo la harina de amaranto, germinado de brócoli y carne de trucha, con el fin de obtener el porcentaje exacto necesario para la formulación del producto. Se colocó los ingredientes ya pesados en recipientes individuales para facilitar su manejo durante el proceso.

Figura 11 *Pesaje de harina de amaranto*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Picado:** se cortó la carne de trucha en trozos y procesarla en un molino de carne.

Figura 12 *Trucha molida*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Mezclado:** se integró la masa molida de carne de trucha en un mezclador, conjuntamente con los aderezos, especias secas, conservante, harina de amaranto y el germinado de brócoli, mezclando hasta obtener una masa homogénea. Los aditivos y condimentos se integraron con la carne molida asegurando una distribución uniforme de todos los ingredientes.

Figura 13 *Mezcla de ingredientes*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Moldeado:** se moldeó la mezcla obtenida en la forma deseada para los nuggets según el peso que establece la normativa (20 – 50 g cada uno) **Figura 14**
Formado de nuggets



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Congelado:** se colocó los nuggets en un congelador industrial a -18°C para dar forma antes de rebozar durante 30-40 minutos.

Figura 15 *Primera congelación de los nuggets*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

- **Rebozado:** se procedió a sumergir los nuggets en un rebozado de: panko japonés o apanadura grilé según el tratamiento, para crear una capa externa crujiente.

Figura 16 . *Segunda congelación de los nuggets*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

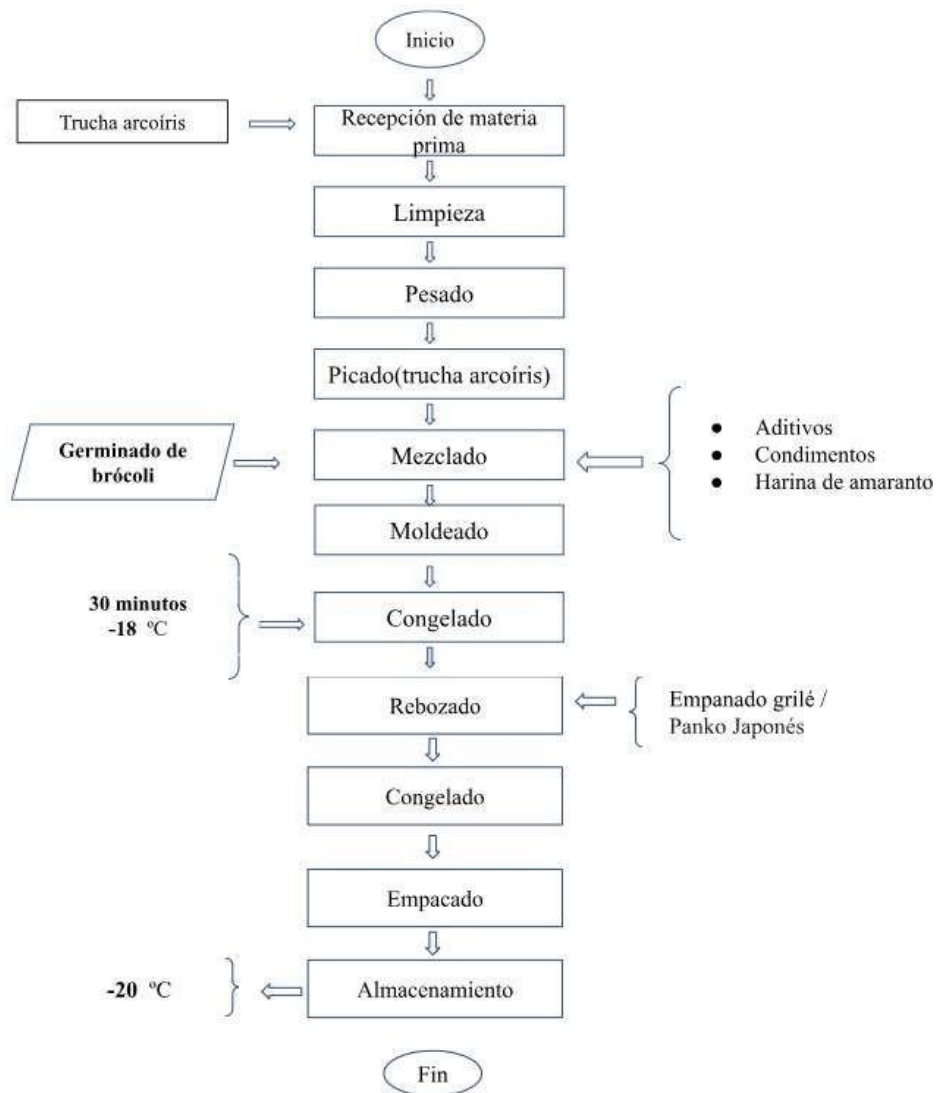
- **Congelado:** se estacionó los nuggets en un congelador industrial a -18°C para conservar su frescura y textura antes de su empaquetado.
- **Empacado y almacenamiento:** los nuggets congelados fueron empaquetados y almacenarlos a -20°C para mantener su calidad hasta el momento de su distribución o consumo.

Figura 17 *Empaquetado y etiquetado*



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

Figura 18 *Proceso de elaboración de nuggets de trucha con germinado de brócoli y harina de amaranto.*



2.7.3.4 Formulación de los tratamientos para la elaboración de nuggets.

Tabla 11 *Formulación de los nuggets de trucha arcoíris*

G									
	Porcent			Porcent			Porcent		
Masa 70 %	aje %	t1	t2	aje %	t3	t4	aje %	t5	t6
Carne de trucha	82,38	290	290	75	264	264	70	246,4	246,4
Germinado brócoli	3,97	14	14	9,11	32,07	32,07	5,61	19,75	19,75
H. Amaranto	4,26	15	15	6,5	22,88	22,88	15	52,8	52,8
Aditivos y condimentos	9,39	33	33	9,39	33	33	9,39	33	33
Total	100	352	352	100	352	352	100	352	352
Empanizado 30 %									
Harina de trigo	35,04	120	120	35,04	120	120	35,04	120	120
Agua	35,03	120	120	35,03	120	120	35,03	120	120
Bicarbonato de sodio	0,73	2,5	2,5	0,73	2,5	2,5	0,73	2,5	2,5
Panko	29,19	100	-	29,19	100	-	29,19	100	-
Grilé	-	-	100	-	-	100	-	-	100
Total	100	342,5	342,5	100	342,5	342,5	100	342,5	342,5

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

2.8. HIPÓTESIS

2.8.1 Hipótesis alternativa (Ha)

Ha: el tipo de empanizado y las concentraciones de los ingredientes principales (trucha, germinado de brócoli y harina de amaranto) afectan significativamente las propiedades físicoquímicas y sensoriales de los nuggets de trucha fortificados.

2.8.2 Hipótesis nula (Ho)

Ho: el tipo de empanizado y las concentraciones de los ingredientes principales (trucha, germinado de brócoli y harina de amaranto) no afectan significativamente las propiedades físico-químicas y sensoriales de los nuggets de trucha fortificados.

2.8.3 Validación de hipótesis

□ Hipótesis alterna Ha

Luego de realizar la investigación sobre la elaboración de los nuggets de trucha arcoíris con germinados de brócoli y harina de amaranto, se efectúa la validación de la hipótesis alterna (Ha) y se rechaza la hipótesis nula Ho, lo que indica que el tipo de empanizado y las concentraciones de los ingredientes si afectan significativamente en el análisis sensorial.

Para los análisis fisicoquímicos se valida la hipótesis alterna (Ha) y se rechaza la hipótesis nula Ho ya que el tipo de empanizado y las concentraciones de materias primas para elaborar los nuggets de trucha arcoíris afectan significativamente en las propiedades fisicoquímicas (proteína y grasa).

2.9 Diseño experimental

Para este proyecto se utilizó el diseño DBCA en arreglo factorial (A*B) con tres niveles para factor A y dos niveles para factor B con dos repeticiones, el primero corresponde a la formulación (a_1, a_2, a_3) que se refiere a la concentración de los ingredientes principales (trucha, germinado de brócoli y harina de amaranto) en la receta de los nuggets y el segundo que corresponde a los tipos de empanizado (b_1, b_2) que se refiere al tipo de cobertura o empanado utilizado en los nuggets para dar texturas diferentes, sostenido por un rebozado de tipo gabardina. De acuerdo al planteamiento establecido, el trabajo fue de tipo experimental, pues se detallaron las formulaciones a base de trucha, germinados de brócoli y harina de amaranto en la elaboración de nuggets.

Tabla 12 Operacionalización de variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Medición
Nuggets de trucha	Concentración de ingredientes: (A)	1. Análisis Físicoquímico	1. Proteína 2. Grasa
		2. Análisis sensorial de los nuggets de trucha	1. Color 2. Olor 3. Sabor 4. Textura 5. Aceptabilidad
	Tipo de empanizado: (B) Panko japonés y apanadura grilé	3. Análisis físicoquímico y perfil nutricional del mejor tratamiento	1. Proteína 2. Grasa 3. Cenizas 4. Fibra bruta 5. Carbohidratos 6. Calorías
		4. Análisis Microbiológico	1. <i>Escherichia coli</i> (UFC/g) Aerobios 2. <i>mesófilos</i> (UFC/g) 3. Recuento de mohos y levaduras (UFC/g) 4. <i>Salmonella</i>

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Tabla 13 *Tratamientos*

Nº	Tratamientos	Descripción	Repeticiones
t1	a1 b1	Carne T. 82,38% + Germ. brócoli 3,97% + H. Amaranto 4,26% + Aditivos y condimentos 9,39% + Panko	
t2	a1 b2	Carne T. 82,38% + Germ. brócoli 3,97% + H. Amaranto 4,26% + Aditivos y condimentos 9,39% + Apanadura G.	
t3	a2 b1	Carne T. 75% + Germ. Brócoli 9,11% + harina de amaranto 6,5%+ Aditivos y condimentos 9,39% + Panko.	2
t4	a2 b2	Carne T. 75% + Germ. Brócoli 9,11% + harina de amaranto 6,5%+ Aditivos y condimentos 9,39% + Apanadura G.	
t5	a3 b1	Carne T. 70% + Germ. brócoli 5,61% + H. amaranto 15% + Aditivos y condimentos 9,39 % + Panko	
t6	a3 b2	Carne T. 70% + Germ. brócoli 5,61% + H. amaranto 15% + Aditivos y condimentos 9,39 % + Apanadura G.	

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

2.9.1 Esquema DBCA con arreglo factorial A x B

Tabla 14 *Evaluación físico química*

Esquema ADEVA	g.l.
Repeticiones	1
F. A Dosis	2
F. B Empanizado	1
AxB (Concentración* Empanizado)	2
E.Exp.	5
Total	11

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

2.9.2 Esquema DBCA evaluación sensorial

Tabla 15 *Evaluación sensorial*

Esquema ADEVA	g.l.
Tratamientos	5
Repeticiones	1
E.Exp.	5
Total	11

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

2.10 Análisis e interpretación de resultados

2.10.1 Análisis físico-químico de Nuggets de trucha fortificado.

Tabla 16 Análisis físico químico de las muestras

Tratamientos	PROTEINA		GRASA	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
t1	11,8	12,88	4,50	4,67
t2	14,38	14,35	3,43	3,45
t3	11,19	11,56	4,46	4,56
t4	13,27	13,1	3,98	4,10
t5	12,73	11,19	4,44	4,49
t6	13,45	13,56	3,92	3,48

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

2.10.2 Análisis de resultados variable proteína

Tabla 17 Análisis de varianza de contenido de proteína

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
REPETICIONES	0,0052	1	0,0052	0,0146	0,9084	ns
DOSIS	2,2411	2	1,1205	3,1475	0,1304	ns
T. EMPANIZADO	9,7741	1	9,7741	27,4546	0,0034	*
DOSIS*T. EMPANIZADO	0,1326	2	0,0663	0,1863	0,8355	ns
Error	1,7800	5	0,356			
Total	13,9330	11				

CV: 4,6678

*: *Significativo.*

** : *Altamente significativo.*

CV %: Coeficiente de variación.

NS: No significativo

T.E.: Tipo de empanizado

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En la tabla 17 el indicador proteína se puede evidenciar el p-valor de los tratamientos, factor A (dosis) no son significantes por tanto se acepta la hipótesis nula H_0 éstos factores y su interacción no afectaron significativamente a la proteína., a diferencia del factor B (tipo de empanizado) es significativa por tanto se acepta la hipótesis alterna H_a , tuvo efecto la dosis de los ingredientes con el aumento o descenso en la variable proteína.

Tabla 18 Prueba de Tukey al 5% aplicado para el factor B en la variable proteína.

<u>T. EMPANIZADO</u>	<u>MEDIA</u>	
Apanadura grilé	13,6850	A
Panko japonés	11,8800	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

Los resultados del test de Tukey en la comparación de medias para el factor B podrían estar relacionados con una mayor retención de proteínas en la masa durante el procesamiento y el tipo de empanizado utilizado en el rebozado de acuerdo con el tratamiento empleado. En contraste, el tipo de empanizado 2, con una media de 13,6850 con la letra A, pertenece al tipo de empanizado grilé, que representa una mayor retención de proteína en comparación con el empanizado con panko japonés. Esta diferencia puede estar relacionada con la composición y estructura del empanizado (CASTAÑEDA, 2019), el tipo de empanizado puede afectar significativamente el contenido de proteína en los nuggets, ya que la composición del recubrimiento influye en el perfil nutricional y en la capacidad de retención. En este sentido, la apanadura grilé, al ser un pan molido de grano fino, genera una cobertura más uniforme y compacta, lo que ayuda a reducir la pérdida de proteína durante el almacenamiento y cocción.

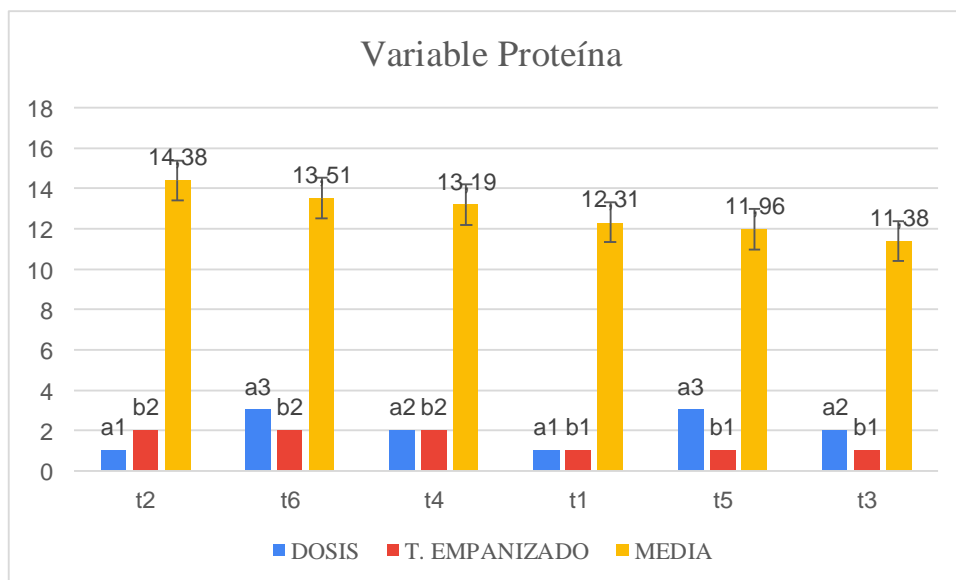
Por otro lado, el panko japonés, al ser un pan de capa gruesa y más aireado, no cubre completamente todos los bordes del nugget, lo que puede facilitar la deshidratación y formación de cristales de hielo durante la congelación. (Liquede, 2024), estos cristales pueden generar micro fracturas en la estructura del empanizado y la matriz proteica del nugget, favoreciendo la pérdida de proteínas cuando el producto es descongelado y cocinado.

Tabla 19 *Análisis porcentaje de proteína*

Tratamientos	DOSIS	T. EMPANIZADO	Medias		
t ₂	1	2	14,38	A	
t ₆	3	2	13,51	A	B
t ₄	2	2	13,19	A	B
t ₁	1	1	12,31	A	B
t ₅	3	1	11,96	A	B
t ₃	2	1	11,38		B

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Gráfico 1 *Análisis de proteína*



Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En el gráfico 1 el mejor tratamiento es el t₂ que corresponde a carne trucha. 82,38% + germ. brócoli 3,97% + h. amaranto 4,26% + aditivos y conservantes 9,39% + apanadura grilé. Éste tratamiento presenta la media más alta de 14,38, lo que indica que es el que obtuvo un mayor contenido de proteína en los nuggets.

En la Tesis “*Elaboración de nuggets de pez dorado común (Coryphaena hippurus) con albahaca (Ocimum basilicum L.) a base de harina de garbanzo (Cicer arietinum)*” de la Universidad Agraria del Ecuador, desarrolló nuggets en donde destacó el t_1 con un valor de 17,31% y t_3 con un valor 16,87% con mayor calidad de proteína con respecto a nuggets comerciales en Guayaquil, el t_2 que contenía 133 g de filete de pez dorado común y 30 g de harina de garbanzo en la formulación obtuvo el valor promedio más alto con 17.65% del contenido de proteína total. (Reyes, 2023)

La Tesis de (Reyes, 2023), utilizó harina de garbanzo y harina de trigo, éste estadio empleó harina de amaranto. En un estudio se menciona que “la harina de trigo es fundamental para la formación de una matriz que retiene la harina de trigo al contener gluten, una red proteica que contribuye a la retención de proteínas y mejora la estructura del producto final “el gluten es termoestable y tiene la capacidad de actuar como agente aglutinante y extensor, y se usa comúnmente como aditivo en alimentos procesados para mejorar la textura, la retención de humedad y el sabor.” (Riverón, 2022), lo que podría haber influido en los valores más altos de proteína registrados en su investigación.

En contraste, la harina de amaranto al no contener gluten, presenta un perfil proteico diferente que afecta su capacidad de retención en productos como los nuggets. Aunque su contenido de lisina mejora la calidad nutricional, no necesariamente incrementa el porcentaje total de proteína retenida.

2.10.3 Análisis de resultados variable grasa

Tabla 20 Análisis de varianza de grasa

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
REPETICIONES	0,0000	1	0,0000	0,0013	0,9723	ns
DOSIS	0,1478	2	0,0739	2,9595	0,1419	ns
T. EMPANIZADO	1,8881	1	1,8881	75,6060	0,0003	*
DOSIS*T.						
EMPANIZADO	0,2290	2	0,1145	4,5852	0,0740	ns
Error	0,1249	5	0,0250			
Total	2,3899	11				

CV: 3,8325

*: *Significativo.*

** : *Altamente significativo.*

CV %: *Coficiente de variación.*

NS: *No significativo*

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En la tabla 20 el indicador grasa se puede evidenciar que el p-valor de los tratamientos, factor A (dosis), el factor B (tipo de empanizado) el factor A*B (la dosis con el tipo de empanizado) no son significantes por tanto se acepta la hipótesis nula H_0 , sin embargo el factor B (tipo de empanizado) si es significativo donde se acepta la hipótesis alternativa H_a , el tipo de empanizado tuvo efecto significativo sobre la variable grasa, mientras que los demás factores y su interacción no afectaron significativamente.

Tabla 21 *Test de Tukey al 5% variable de contenido de grasa*

T. EMPANIZADO	Medias	
Apanadura grilé	3,7267	A
Panko japonés	4,5200	B

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

Los resultados del Test de Tukey en la comparación de medias para el Factor B (tipo de empanizado) muestran que grilé con el 4,72% de grasa y panko japonés con el 4,52% de grasa contienen letras distintas (A y B), las medias son significativamente diferentes del p valor (< 0.05). Entonces el empanizado grilé presentó menor contenido de grasa que el panko japonés,

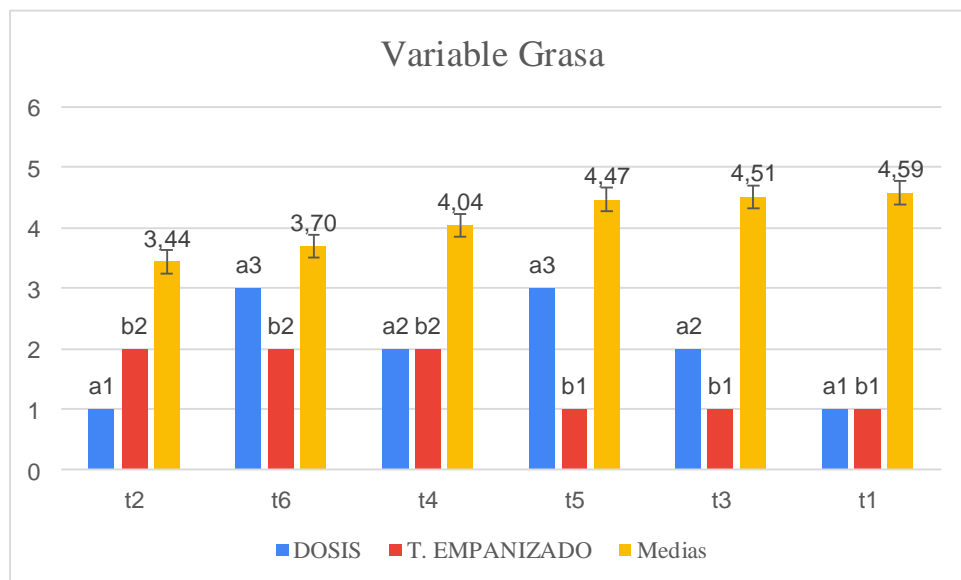
ésta diferenciación puede deberse a la menor absorción de grasa del grilé en comparación con el panko japonés. Según (Pedreschi, 2006), la estructura del empanizado afecta la absorción de grasa en aceite, con recubrimientos porosos absorbiendo más grasa.

Tabla 22 *Análisis porcentaje de grasa*

Tratamientos	DOSIS	T. EMPANIZADO	Medias		
t2	1	2	3,44	A	
t1	1	1	3,70		B
t4	2	2	4,04	A	B
t6	3	2	4,46	A	
t3	2	1	4,51		B
t5	3	1	4,58		B

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Gráfico 2 *Análisis Grasa*



Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

En el gráfico 2, se observa que el mejor tratamiento de acuerdo a la variable grasa es el t_2 que corresponde a carne trucha. 82,38% + germ. brócoli 3,97% + h. amaranto 4,26% + aditivos y conservantes 9,39% + apanadura grilé, con una media del 3,44% en variable grasa, seguida de t_6 con 3,7% y t_4 con 4,04 % de grasa lo que refleja que los tratamientos con empanizado grilé tienden a tener un menor contenido de grasa a pesar de que se encuentra en una eminencia menor al 5%. Los tratamientos t_5 con 4,47%, t_3 con 4,51% y t_1 con 4,59 % de grasa refleja el menor porcentaje de grasa con empanizado panko. La incertidumbre de las mediciones en la

grasa es relativamente baja en todos los tratamientos, lo que sugiere una buena precisión en los resultados obtenidos.

2.10.3 Evaluación sensorial de color

Tabla 23 *Análisis de varianza de la variable color*

Variables	N	R ²	R ² Aj	CV
Color	120	0,49	0,36	10,42

F.V	SC	g.l	CM	F	Valor p.	
Tratamientos	1,2547	5	0,2509	1,79	0,1223	NS
Bloques	11,3099	19	0,5953	4,25	<0,0001	**
Error	13,3182	95	0,1402			
Total	25,8828	119				

*: *Significativo.*

** : *Altamente significativo.*

CV %: *Coficiente de variación.*

NS: *No significativo*

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

Los resultados de la tabla 23, en el análisis de varianza de la variable color, se observa que el p-valor es altamente significativo en los bloques por tanto se acepta la hipótesis alterna H_a , es decir que las proporciones de las materias primas en la formulación y los tipos de empanizado afectan la percepción del color en el panel de catadores no calificados, el coeficiente de variación fue de 10,42% por tanto se sitúa en el rango de variabilidad moderada, lo que sugiere que las percepciones de color entre los catadores no calificados presentan cierta dispersión, pero no excesiva.

Tabla 24 *Test de Tukey al 5% de bloques en la variable color*

Bloques	Medias			
8	4,25	A		
1	4,04	A	B	
9	4,00	A	B	
5	3,92	A	B	C

10	3,88	A	B	C	
14	3,83	A	B	C	
7	3,75	A	B	C	
15	3,58	A	B	C	D
16	3,58	A	B	C	D
12	3,54	A	B	C	D
6	3,5	A	B	C	D
19	3,46		B	C	D
17	3,42		B	C	D
3	3,42		B	C	D
2	3,42		B	C	D
18	3,42		B	C	D
13	3,38		B	C	D
20	3,33		B	C	D
11	3,21			C	D
4	2,96				D

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

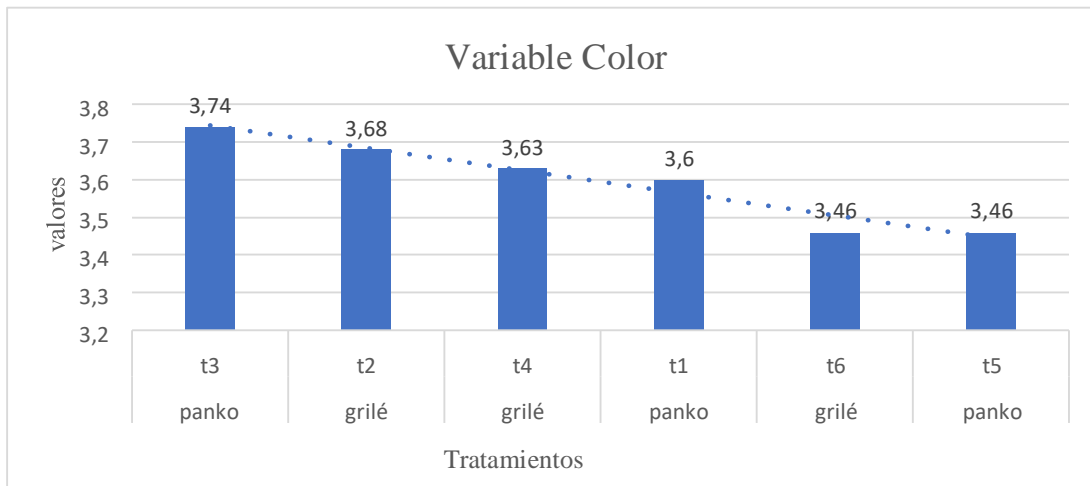
Análisis e interpretación

En la prueba de Tukey se observa la variabilidad de las letras ya que son catadores no calificados, “El color de los nuggets de pescado es un indicador importante de su calidad y aceptación por parte del consumidor, ya que influye en la percepción visual y en la expectativa de sabor. La coloración puede verse afectada por factores como el tipo de pescado utilizado, el método de cocción y los ingredientes del empanizado” (Kumar & Sinha, 2019).

Tabla 25 Promedio de la variable Color

Tratamientos	Medias	
t ₃	3,74	A
t ₂	3,68	A
t ₄	3,63	A
t ₁	3,60	A
t ₆	3,46	A
t ₅	3,46	A

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Gráfico 3 Variable color

Fuente: Mopocita & Villota (2024)

Análisis e interpretación

En el gráfico 3, se observa las medias de los tratamientos, en relación al mejor tratamiento la variable color es el t_3 (a2 b1) con una media del 3,74 que contiene carne de trucha 75% + germ. brócoli 9,11% + harina de amaranto 6,5%+ aditivos y conservantes 9,39% + panko japonés, mediante la evaluación sensorial el factor color es catalogado como café claro.

2.10.4 Evaluación sensorial olor

Tabla 26 Análisis de varianza de la variable olor

Variables	N	R ²	R ² Aj	CV
Olor	120	0,58	0,47	16,21

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	19,085	5	3,8170	11,7141	<0,0001	**
Bloques	23,656	19	1,2450	3,8209	<0,0001	**
Error	30,956	95	0,3258			
Total	73,6979	119				

*: Significativo.

** : Altamente significativo.

C/V %: Coeficiente de variación.

NS: No significativo

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

De acuerdo a los resultados de la tabla 26, en el análisis de varianza del parámetro olor se observa que el p-valor tiene alta significancia con respecto a los tratamientos y los catadores no calificados, se acepta la hipótesis alternativa H_a , existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir que las proporciones de las materias primas en la formulación y los tipos de empanizado afectan la percepción del olor en el panel de catadores. Sin embargo, el CV fue de 16,42% que se considera moderado, esto debido a la percepción de catadores no entrenados.

Tabla 27 *Test de Tukey al 5% de tratamientos en la variable olor*

Tratamientos	Media				
t ₂	4,15	A			
t ₁	3,78	A	B		
t ₆	3,63		B	C	
t ₄	3,50		B	C	
t ₅	3,13			C	D
t ₃	2,95				D

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Tabla 28 *Test de Tukey al 5% de bloques en la variable olor*

Bloques	Medias	N	E.E.			
17	4,58	6	0,23	A		
1	4,17	6	0,23	A	B	
6	3,92	6	0,23	A	B	C
7	3,92	6	0,23	A	B	C
2	3,92	6	0,23	A	B	C
20	3,92	6	0,23	A	B	C
12	3,67	6	0,23	A	B	C
18	3,67	6	0,23	A	B	C
14	3,5	6	0,23	A	B	C
13	3,42	6	0,23	A	B	C
19	3,42	6	0,23	A	B	C
15	3,42	6	0,23	A	B	C
4	3,42	6	0,23	A	B	C
16	3,33	6	0,23		B	C
8	3,25	6	0,23		B	C
10	3,17	6	0,23		B	C

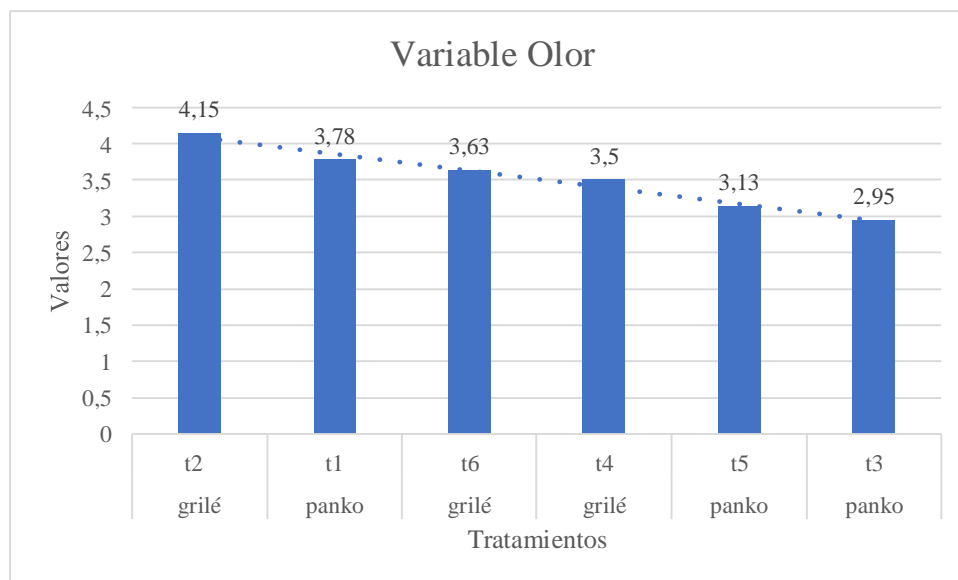
5	3,08	6	0,23	B	C
9	3,08	6	0,23	B	C
3	2,83	6	0,23		C
11	2,75	6	0,23		C

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En el Test de Tukey la variabilidad de las letras difiere porque se realizó a catadores no calificados. "El uso de especias y condimentos en la elaboración de productos pesqueros no solo mejora el sabor, sino que también enmascara posibles olores desagradables, haciendo el producto más atractivo para el consumidor." (García, 2018, p. 45).

Gráfico 4 Promedio de la variable olor



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En el gráfico 4, se evidencia la media de los tratamientos, en relación al mejor tratamiento de acuerdo a la variable olor es el t_2 que corresponde a carne trucha. 82,38% + germ. brócoli 3,97% + h. amaranto 4,26% + aditivos y conservantes 9,39% + apanadura grilé mediante la evaluación sensorial el valor de 4,15 en cuanto al atributo sensorial corresponde a un olor intenso.

2.10.5 Evaluación sensorial de sabor

Tabla 29 *Análisis de varianza de la variable sabor*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sabor	120	0,58	0,48	18,59

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	35,2167	5	7,0433	18,6124	<0,0001	**
Bloques	15,4250	19	0,8118	2,1453	0,0084	*
Error	35,9500	95	0,3784			
Total	86,5917	119				

*: Significativo.

** : Altamente significativo.

C/V %: Coeficiente de variación.

NS: No significativo

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

Los resultados de la tabla 29 en el análisis de varianza el parámetro sabor se observa que el p-valor en los tratamientos es altamente significativo por tanto se acepta la hipótesis alternativa H_a , al igual que los bloques el p-valor es significativo, es decir que las proporciones de las materias primas en la formulación y los tipos de empanizado si afectan la percepción del sabor en el panel de catadores no calificados. Además, el coeficiente de variación fue de 18,59% indica una variabilidad moderada en las respuestas de los catadores no calificados esta variabilidad puede deberse a preferencia personales.

Tabla 30 *Test de Tukey al 5% de tratamientos en la variable sabor*

Tratamientos	Medias		
t ₂	4,1	A	
t ₆	3,65	A	B
t ₄	3,53		B
t ₁	3,35		B
t ₃	2,63		C
t ₅	2,6		C

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

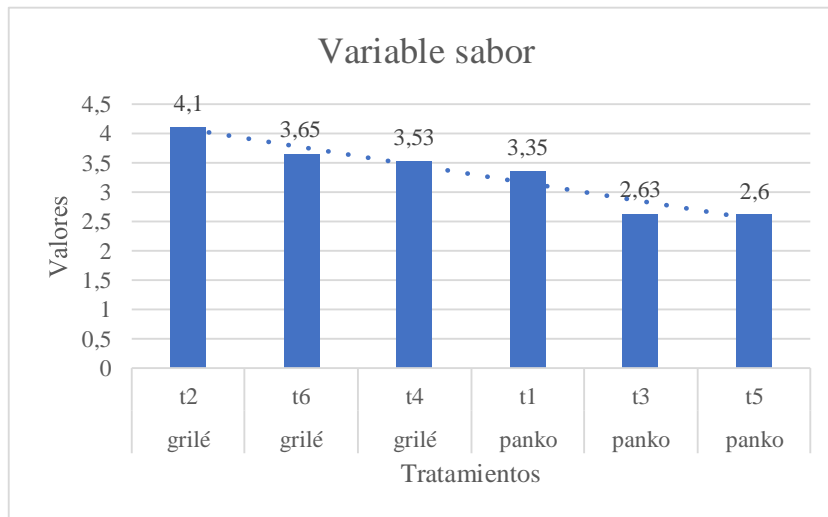
Tabla 31 *Test de Tukey al 5% de bloques en la variable sabor*

Bloques	Medias	n	E.E.	
20	4,08	6	0,25	A
18	3,83	6	0,25	A B
15	3,75	6	0,25	A B
19	3,67	6	0,25	A B
10	3,67	6	0,25	A B
4	3,5	6	0,25	A B
1	3,42	6	0,25	A B
2	3,33	6	0,25	A B
6	3,33	6	0,25	A B
7	3,33	6	0,25	A B
17	3,25	6	0,25	A B
14	3,25	6	0,25	A B
12	3,25	6	0,25	A B
16	3,17	6	0,25	A B
8	3,08	6	0,25	A B
5	3	6	0,25	A B
13	2,92	6	0,25	A B
9	2,83	6	0,25	A B
3	2,83	6	0,25	A B
11	2,67	6	0,25	A B

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En la prueba Tukey para la variable sabor el t_2 con una media de 4,1 perteneciente al factor (bueno) la variabilidad de las letras difiere porque se realizó a catadores no calificados., “La intensidad del sabor en productos cárnicos y pesqueros es un atributo sensorial clave que influye en la aceptación del consumidor y puede ser modificada mediante la adición de condimentos y especias.” (López & Martínez, 2019, p. 67).

Gráfico 5 Promedio de la variable sabor

Fuente: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En el gráfico 5, el mejor tratamiento es t_2 que corresponde a carne trucha. 82,38% + germ. brócoli 3,97% + h. amaranto 4,26% + aditivos y conservantes 9,39% + apanadura grilé con un promedio de 4,1 tienen un sabor (bueno) para los evaluadores. Este hallazgo es clave para optimizar la formulación de los nuggets y mejorar su aceptación en el mercado.

2.10.6 Evaluación sensorial de textura

Tabla 32 Análisis de varianza de la variable textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura	120	0,35	0,19	12,58

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	6,3167	5	1,2633	5,8026	<0,0001	**
Bloques	4,7917	19	0,2522	1,1583	0,3096	Ns
Error	20,6833	95	0,2177			
Total	31,7917	119				

*: *Significativo.*

** : *Altamente significativo.*

CV %: *Coficiente de variación.*

Ns: *No significativo*

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

Los resultados de la tabla 32 en el análisis de varianza del parámetro textura se observa que el p-valor de los tratamientos es altamente significativo por ende se acepta la hipótesis alternativa H_a . Es decir que las proporciones de las materias primas en la formulación y los tipos de empanizado afectan la percepción de textura en el panel de catadores no calificados.

El coeficiente de variación fue de 12,58%.

Tabla 33 Test de Tukey al 5% en tratamientos de la variable textura

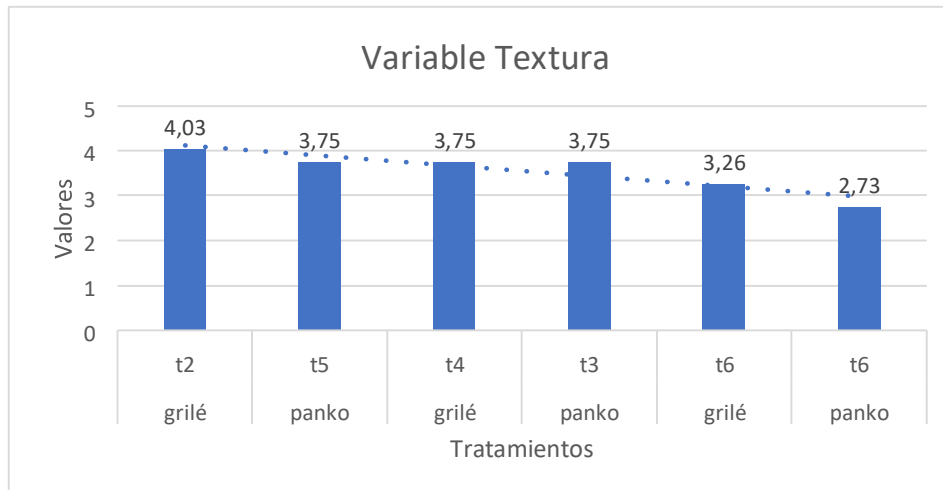
Tratamientos	Medias	
t2	4,03	A
t5	3,75	A
t4	3,75	A
t3	3,75	A
t6	3,73	A
t1	3,25	B

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En la prueba de Tukey para la variable textura, (Platos Argentinos, 2022) menciona que la elección entre panko y pan rallado tradicional influye significativamente en la textura de los alimentos empanizados, el panko japonés se caracteriza por ser más ligero, crujiente y aireado que el pan rallado común, lo hace ideal para lograr una textura crujiente en alimentos fritos y horneados entonces, el estudio difiere lo mismo, pero con la utilización del empanizado grilé. Siendo así en la percepción de los catadores no calificados hay variabilidad de letras A y B.

Gráfico 6 Promedio de la variable textura



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En el gráfico 4, se observa las medias de los tratamientos, el mejor tratamiento de acuerdo a la variable textura es el t_2 que corresponde a carne trucha. 82,38% + germ. brócoli 3,97% + h. amaranto 4,26% + aditivos y conservantes 9,39% + apanadura grilé, el valor de la media de textura es de 4,03 correspondiente al factor (medio suave) de acuerdo a la percepción de los catadores no calificados.

2.10.7 Evaluación sensorial de aceptabilidad

Tabla 34 Análisis de varianza de la variable aceptabilidad

Variables	N	R ²	R ² Aj	CV
Aceptabilidad	120	0,68	0,58	19,45

F.V.	SC	g.l.	CM	F	p-valor	
Tratamientos	49,6917	5	9,9383	22,9486	<0,0001	**
Bloques	31,5333	19	1,6596	3,8323	<0,0001	**
Error	41,1417	95	0,4331			
Total	122,3667	119				

*: Significativo.

** : Altamente significativo.

CV %: Coeficiente de variación.

Ns: No significativo

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

Los resultados de la tabla 27 en el análisis de varianza de la variable aceptabilidad se observa que el p-valor de los tratamientos y los bloques son altamente significativos, se acepta la hipótesis alternativa H_a , por ende, existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir las proporciones de las materias primas en la formulación y los tipos de empanizado afectan la percepción de la aceptabilidad en el panel de catadores. El coeficiente de variación fue de 19,45%.

Tabla 35 Test de Tukey al 5% en tratamientos de la variable aceptabilidad

Tratamientos	Media			
t2	4,3	A		
t6	3,83	A	B	
t4	3,7	A	B	
t1	3,35		B	
t3	2,58			C
t5	2,55			C

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Tabla 36 Test de Tukey al 5% en bloques en la variable aceptabilidad

Bloques	Medias	n	E.E.				
18	4,17	6	0,27	A			
4	4	6	0,27	A	B		
20	4	6	0,27	A	B		
2	4	6	0,27	A	B		
6	3,83	6	0,27	A	B	C	
1	3,75	6	0,27	A	B	C	
15	3,75	6	0,27	A	B	C	
7	3,75	6	0,27	A	B	C	
13	3,5	6	0,27	A	B	C	D
19	3,42	6	0,27	A	B	C	D
14	3,33	6	0,27	A	B	C	D
16	3,25	6	0,27	A	B	C	D
8	3,25	6	0,27	A	B	C	D
17	3,17	6	0,27	A	B	C	D
12	3,08	6	0,27	A	B	C	D
10	3	6	0,27	A	B	C	D

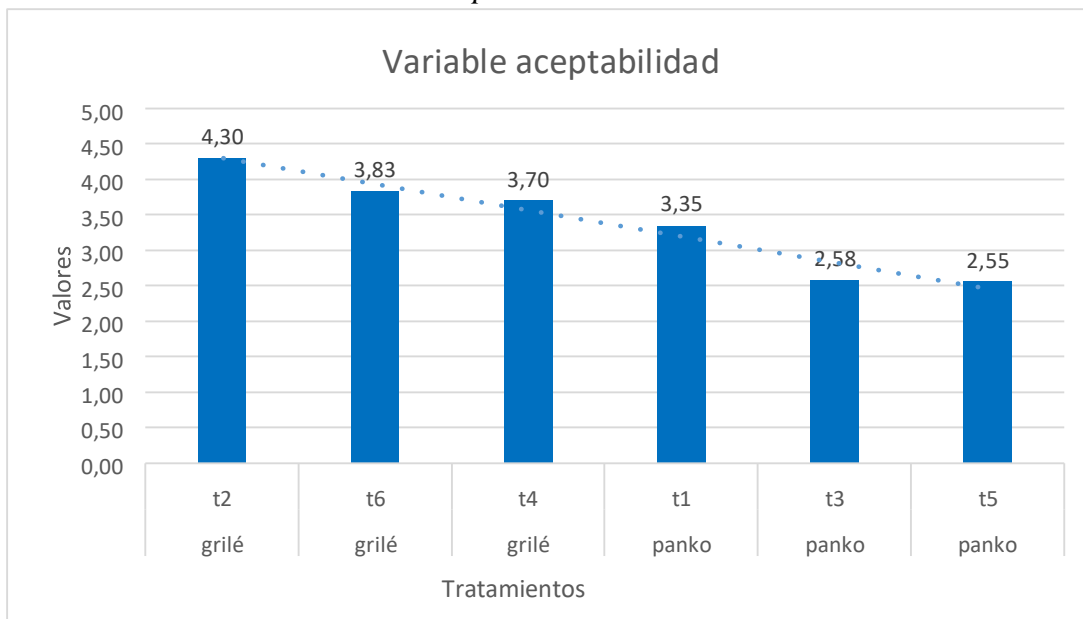
9	2,83	6	0,27	A	B	C	D
11	2,67	6	0,27		B	C	D
3	2,58	6	0,27			C	D
5	2,33	6	0,27				D

Elaborado por: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En la prueba de Tukey para la variable aceptabilidad, se observa la variabilidad de las letras ya que son catadores no calificados, El proceso por el que el hombre acepta o rechaza un alimento tiene un carácter multidimensional con una estructura dinámica y variable. Considerando que la percepción humana es el resultado conjunto de la sensación que le hombre experimenta y de cómo él la interpreta, en este trabajo se comenta el papel de los principales factores que influyen en la aceptabilidad —el alimento, el hombre y su entorno—y se pone de manifiesto la necesidad de abordar su estudio desde una perspectiva multidisciplinaria. (Ibáñez, 2001)

Gráfico 7 Promedio de variable aceptabilidad



Fuente: Mopocita & Villota (2024)

Interpretación

En el gráfico 7 se observa las medias de los tratamientos, en relación al mejor tratamiento de acuerdo a la variable aceptabilidad es *t2* que concierne a carne trucha. 82,38%

+ germ. brócoli 3,97% + h. amaranto 4,26% + aditivos y conservantes 9,39% + apanadura grilé, con una media de 4,3 perteneciente al factor (me gusta), lo que lo convierte en el tratamiento más prometedor para la elaboración de nuggets que maximicen la aceptación del consumidor por parte de los catadores no entrenados.

2.11 Resultados del mejor tratamiento

Tabla 37 Comparación de tratamientos con el p-valor

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS						p-valor
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	
Proteína	AB	A	AB	AB	AB	B	0,0275
Grasa	B	A	B	AB	B	A	0,0032
Color	A	A	A	A	A	A	0,1223
Olor	AB	A	D	BC	C	ABC	<0,0001
Sabor	B	A	C	BC	C	ABC	<0,0001
Textura	B	A	A	A	A	A	<0,0001
Aceptabilidad	B	A	C	AB	C	ABC	<0,0001

Elaborado por: Mopocita & Villota (2025)

- Proteína

Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al contenido de proteína ($p=0.0275$). El tratamiento $t2$ obtuvo la mejor clasificación (A), lo que indica un mayor contenido de proteína en comparación con $t6$, que presentó la clasificación más baja (B).

- Grasa

Existió diferencias significativas en el contenido de grasa entre los tratamientos ($p=0.0032$). El tratamiento $t2$ obtuvo la mejor clasificación (A), indicando un menor contenido de grasa en comparación con $t1$, que presentó la clasificación más baja (B), lo que sugiere que el tipo de formulación influye en la composición lipídica del producto.

- Color

Todos los tratamientos presentaron la misma clasificación (A), lo que sugiere que no hay diferencias significativas en la percepción del color entre los tratamientos ($p=0.1223$).

- Olor

Se concluyó una variabilidad mayor, con tratamientos que van desde A hasta D. El tratamiento *t3* (D) parece tener la peor valoración en este aspecto, mientras que *t2* es el mejor (A) ($p < 0.0001$).

- Sabor

Similar al olor, hubo una dispersión en las categorías, destacándose *t2* con la mejor puntuación (A), mientras que *t3* tiene más variabilidad (ABC), lo que sugiere diferencias en la percepción del sabor ($p < 0.0001$).

- Textura

Se identificó diferencias significativas en la textura entre los tratamientos ($p < 0.0001$). La mejor clasificación la obtuvo *t2* y los demás tratamientos presentaron diferencias, con *t1* teniendo la peor valoración (B).

- Aceptabilidad

Se observó una amplia variabilidad en la aceptación de los tratamientos ($p < 0.0001$). *t2* obtuvo la mejor clasificación (A), lo que sugiere una mayor preferencia por parte de los evaluadores, mientras que *t1* tuvo una menor aceptación (B).

El tratamiento *t2* fue el sobresaliente en la mayoría de los parámetros, ya que tiene la mejor valoración en proteína, grasa, olor, sabor y aceptabilidad. Mientras que otros tratamientos como *t6* mostraron mayor variabilidad en sus resultados, lo que indica que no son tan consistentes en su desempeño sensorial.

2.12 Análisis físico químico del mejor tratamiento

Tabla 38 Análisis físico químico de las muestras *t2* (a1b2)

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS INTERNO	MÉTODO DE ANÁLISIS DE REFERENCIA

GRASA	3,11	%	PA-FQ-105	AOAC 2003.06
HUMEDAD	64,03	%	PA-FQ-113	AOAC 925.10
CENIZA	2,96	%	PA-FQ-58	AOAC 923.03
FIBRA BRUTA	0,00	%	PA-FQ-88	INEN 522
PROTEÍNA	14,64	%	PA-FQ-160	AOAC 2001.11
CARBOHIDRATOS	15,26	%	PA-FQ-56	CÁLCULO
CALORÍAS	147,59	KCAL/100g	PA-FQ-54	CÁLCULO
		618,40		
		KJ/100g		

Elaborado por: Mopocita & Villota (2025)

Análisis e interpretación

El tratamiento *t2* presentó un perfil nutricional relativamente equilibrado, aunque el contenido de grasa es de 3,11% y carbohidratos es moderado, su alto contenido de proteína 14,64% es un punto fuerte, ya que proporciona un valor nutricional significativo. La humedad 64,03% y la ceniza 2,96% también son indicadores de la calidad del producto, aunque la ausencia de fibra bruta 0,00% podría ser una limitación si se busca un producto con mayores beneficios digestivos. Además, el contenido calórico de 147,59 kcal/100 g hace que este producto sea adecuado para consumidores que desean opciones con un nivel energético controlado.

Por ende, los resultados de este análisis físico-químico sugieren que el tratamiento *t2* (a1b2) incluye carne trucha. 82,38% + germ. brócoli 3,97% + h. amaranto 4,26% + aditivos y conservantes 9,39% + apanadura grilé, es una opción nutricionalmente rica en proteínas, con un perfil balanceado de grasa y carbohidratos, lo que lo convirtió en un candidato adecuado para aquellos que buscan una opción saludable y energética sin un alto contenido calórico.

Tabla 39 Comparación de la información nutricional del mejor tratamiento con marcas ecuatorianas comercializadas.

Productos Comercializados

Información nutricional	Nuggets de Pescado (Plumrose)	Deditos de pescado (Mr. Cook)	Nuggets de tilapia (Mi comisariato)	Nuggets de trucha con germinados de brócoli y harina de amaranto.
Proteína	12	12	10	14,64
Grasa	12	8	15	3,11
Carbohidratos	18	16	15	15,26
Calorías	240 kcal	180 kcal	225 kcal	147,59 kcal

Fuente: Mopocita & Villota (2025)

En la tabla se observa la comparación de la información nutricional por cada 100 g de los 3 productos comercializados frente a nuestro producto la cual muestra los siguientes resultados

Interpretación

En proteína los nuggets de pescado “Plumrose” contienen 12 g de proteína seguido por los deditos de pescado de (Mr. Cook) contienen 12 g de proteína, mientras que los nuggets de tilapia de “mi comisariato” tienen 10 g de proteína finalmente observamos que los nuggets de trucha del mejor tratamiento t2 contiene 14,64 g de proteína el cual supera los 2 productos comercializados, esto se debe a para nuestro producto se utilizó harina de amaranto la cual es alta en proteína, pero baja en grasa.

En grasa destaca los Nuggets de tilapia “mi comisariato” con 15 g seguido de los Nuggets de pescado “Plumrose” con 12 g de grasa después los deditos de pescado “Mr. Cook” con 8 g y por último los Nuggets de trucha con germinados y harina de amaranto con 3,11 g de proteína. El tener un alto o bajo contenido de grasa no significa que el producto sea bueno o malo ya que se debe tener en cuenta si las grasas provienen de fuentes saludables, en caso de nuestro producto no utilizamos ninguna clase aceite para su elaboración.

En carbohidratos se destaca los nuggets de pescado “Plumrose con 18 g, seguido de los deditos de pescado “Mr. Cook” con 16 g, proseguido de nuggets de tilapia “mi comisariato” con 15 g y por ultimo tenemos a nuestro producto con 15,26 g.

Según (Zapata & Aguilera, 2014) en el estudio comparativo de productos a base de pollo congelados y listos para el consumo, los contenidos de carbohidratos en los nuggest provienen principalmente del empanizado o rebozado que recubren los nuggets, además estima que en una porción de 100 g de nuggets hay entre 15 y 20 g de carbohidratos.

Al evaluar el parámetro de calorías, obtuvimos en primer lugar a los nuggets de pescado Plumrose con 250 Kcal, en segundo lugar, nuggets de tilapia “mi comisariato” como tercero tenemos a Deditos de pescado “Mr. Cook” con 180 kcal y finalmente a nuestro producto con 147,59 Kcal. Con esto resultados podemos decir que cada producto brinda un porcentaje de energía diferente a nuestro cuerpo.

2.13 Análisis Microbiológico

Tabla 40 Resultados microbiológicos del tratamiento 2

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO	UNIDAD
Recuento de Escherichia coli.	AOAC 2018.13 / Petrifilm	<10	UFC/g
Recuento de Aerobios Mesófilos	AOAC 2015.13 / Petrifilm	4X10 ⁵	UFC/g
Recuento de Mohos	AOAC 2014.05 / Petrifilm	No detectado	N/A
Recuento de Levaduras	AOAC 2014.05 / Petrifilm	No detectado	N/A
Salmonella	INEN 1529-2	No detectado	N/A

Fuente: Mopocita & Villota (2025)

Tabla 41 Comparación con NTE INEN 183:2013 PESCADOS FRESCOS REFRIGERADO O CONGELADO.

Parámetro	Resultado T2	Límite INEN 183:2013	NTE Método de ensayo	Cumple/No cumple
-----------	-----------------	-------------------------	-------------------------	---------------------

Recuento de Escherichia coli	<10 UFC/g	10 / 500 UFC/g	AOAC 998.08	Cumple
Recuento de Aerobios Mesófilos	4 x 10 ⁵ UFC/g	5 x 10 ³ / 10 x 10 ³ UFC/g	AOAC 990.12	Cumple
Recuento de Mohos	No detectado	No especificado en la norma	AOAC 2014.05	Cumple
Staphylococcus aureus	No detectado	100 / 1000 UFC/g	AOAC 2003.11	Cumple
Salmonella	No detectado	No detectado	NTE INEN 1529-15	Cumple

Fuente: Mopocita & Villota (2025)

El análisis microbiológico del tratamiento T2 evidenció que los recuentos obtenidos cumplieron con los límites establecidos en la norma NTE INEN 183:2013 para pescados frescos refrigerados o congelados.

El recuento de escherichia coli fue inferior a 10 UFC/g, lo que estuvo dentro del rango permitido de 10 a 500 UFC/g. De igual manera, el recuento de aerobios mesófilos presentó un valor de 4 x 10⁵ UFC/g, el cual se encontró dentro del límite establecido de 5 x 10³ a 10 x 10³ UFC/g, indicando que el producto se mantuvo dentro de los parámetros normativos.

En cuanto a los mohos, no se detectó su presencia, aunque la norma no especificó un límite para este parámetro.

Por otro lado, no se detectó la presencia de salmonella, cumpliendo con la exigencia normativa de su ausencia en el producto.

El análisis también determinó que no se detectó **staphylococcus aureus**, lo que aseguró su conformidad con el límite de 100 a 1000 UFC/g según la norma.

En conclusión, los resultados microbiológicos obtenidos para el tratamiento T2 cumplieron con los parámetros establecidos en la NTE INEN 183:2013, garantizando la calidad e inocuidad del producto analizado.

2.14 Balance de materia general en el proceso de elaboración de nuggets

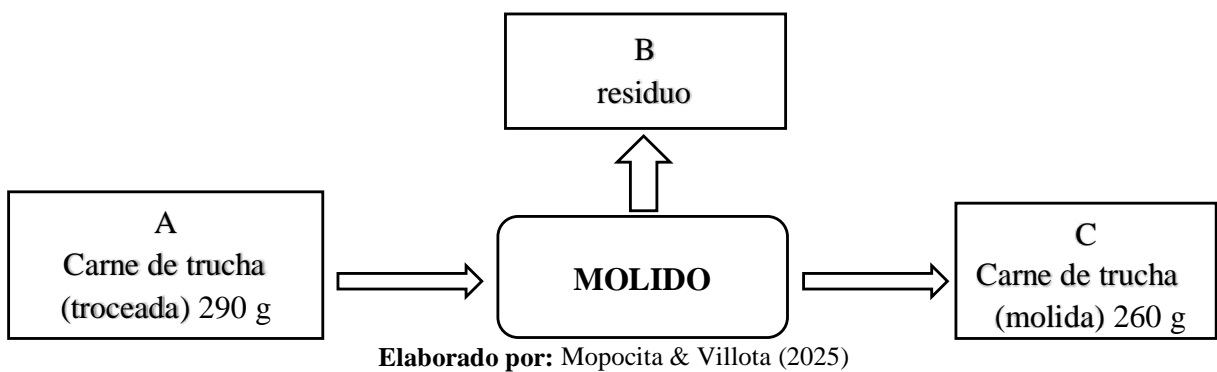
2.14.1 Balance de materia en el proceso de molido

Tabla 42 *Molido*

A	Carne de trucha	290
B	Merma o desperdicio	30
C	Carne de trucha molida	X

Fuente: Mopocita & Villota (2025)

Figura 19 *Balance de materia en el molido*



Balance Total

$$A = B + C$$

$$B = A - C$$

$$B = 290 - 260$$

$$B = 30 \text{ g}$$

Rendimiento

$$\%R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$\%R = \frac{260}{290} \times 100$$

$$\%R = 93,10$$

Interpretación

Se realizó un balance de materia en el proceso de molido para ello utilizamos 290 g de carne de trucha, posteriormente se la introdujo en el molino industrial previamente troceado, así obtuvimos 260 g de carne de trucha molida para realizar los nuggets.

Nuestro balance de materia muestra que al someter los 290 g de la carne al molido se pierden 30 gr de carne.

Una vez realizado el balance de materia se procedió a calcular el porcentaje de rendimiento con la siguiente formula: $\%R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$ obteniendo un rendimiento del 93,10% de carne molida de trucha.

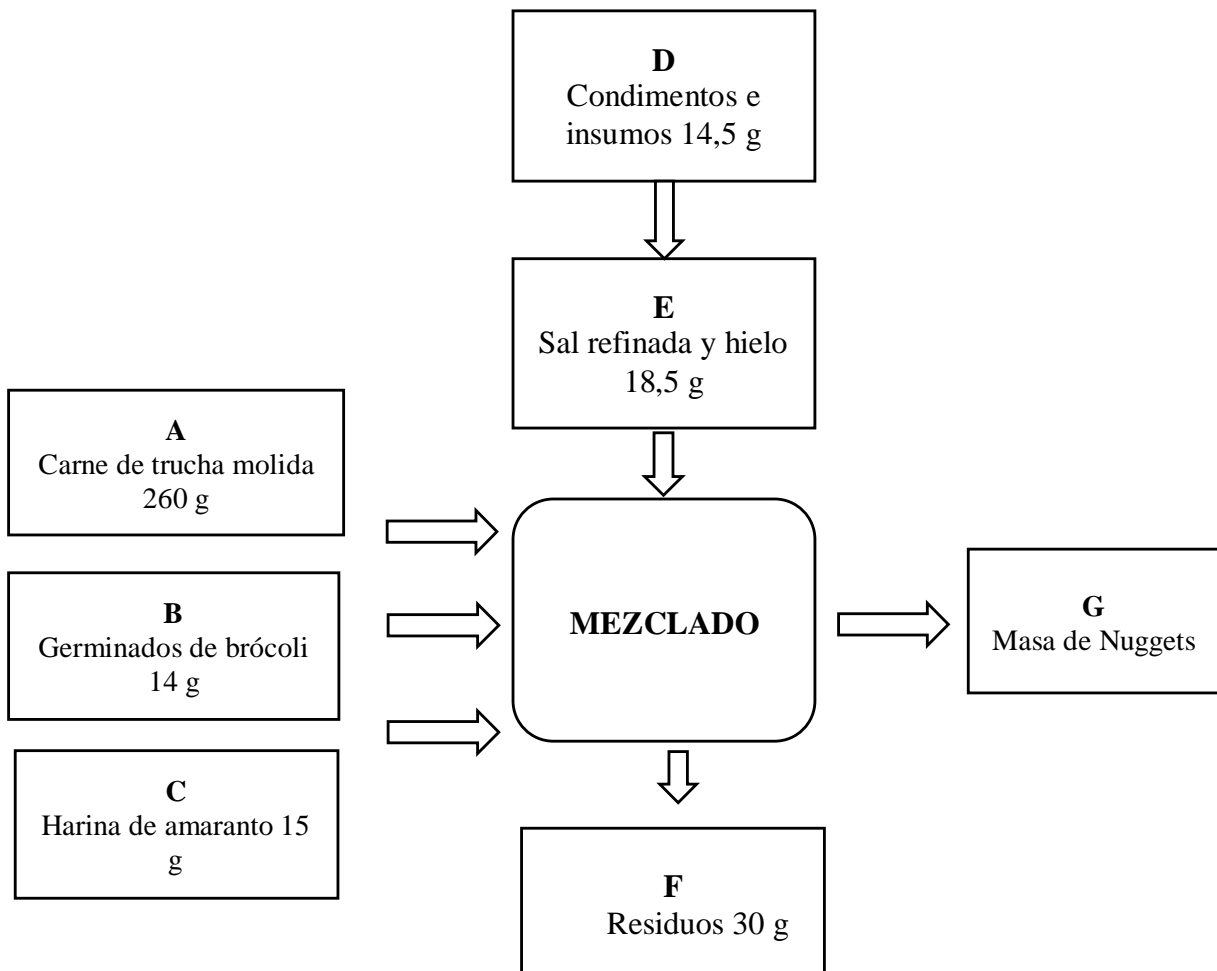
2.14.2 Balance de materia en el proceso de mezclado

Tabla 43 Mezclado

A	Carne de trucha (molida)	260
B	Germinados de brócoli	14
C	Harina de Amaranto	15
D	Condimentos e insumos	14,5
E	Sal refinada y hielo	18,5
F	Residuos	30
G	Masa de nuggets	X

Fuente: Mopocita & Villota (2025) **Figura**

20 Balance de materia en el mezclado



Elaborado por: Mopocita & Villota (2025)

Balance Total

$$\begin{aligned}
 A + B + C + D + E + F &= G \\
 260 + 14 + 15 + 14,5 + 18,5 &= F + G \\
 322 &= F + G \\
 322 - 30 &= G \\
 292 &= G
 \end{aligned}$$

Rendimiento

$$\%R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$\%R = \frac{292}{322} \times 100$$

$$\%R = 90,60\%$$

Interpretación

Se llevó a cabo un balance de materia en el proceso de mezclado para la elaboración de nuggets de trucha con germinados de brócoli y harina de amaranto, evidenciando una pérdida mínima durante el procedimiento.

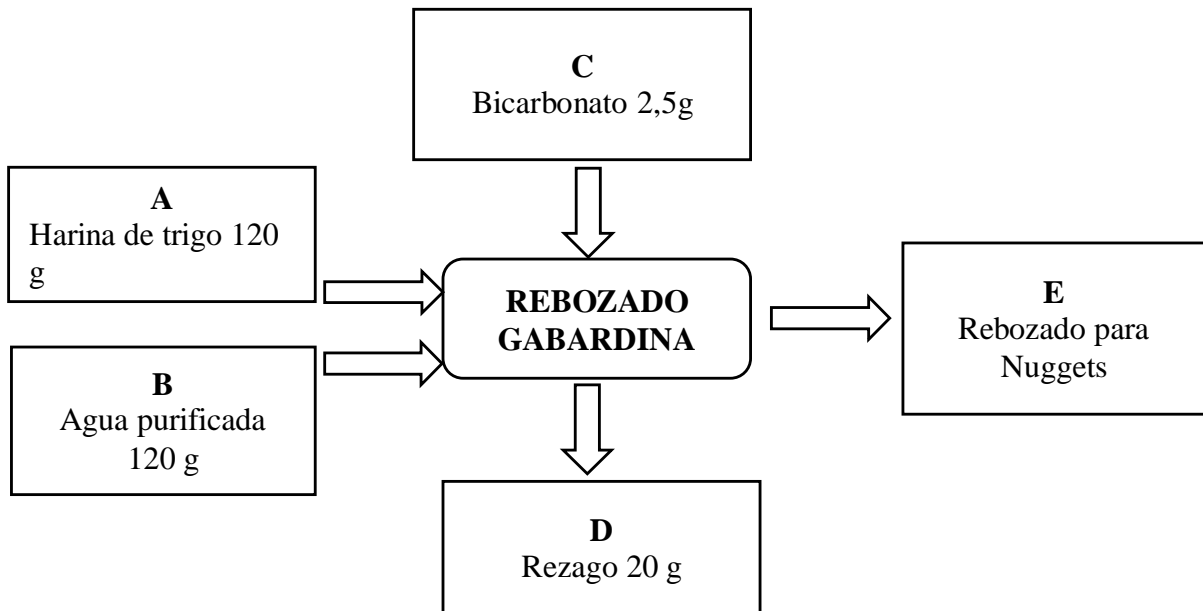
Una vez finalizado el balance de materia, se determinó un porcentaje de rendimiento del 90,60%. Esta ligera reducción se atribuyó a la adhesión de parte de la mezcla en las paredes del bowl durante el mezclado.

Tabla 44 Balance de materia en el rebozado tipo gabardina

A	Harina de trigo	120
B	Agua purificada	120
C	Bicarbonato	2,5
D	Rezago	20
E	Rebozado de Nuggets	X

Fuente: Mopocita & Villota (2025)

2.14.3 Balance de materia en el proceso de rebozado**Figura 21** Balance de materia en el rebozado



Elaborado por: Mopocita & Villota (2025)

Balance Total

$$\begin{aligned}
 A + B + C &= D + E \\
 120 + 120 + 2,5 &= D + E \\
 242,5 &= D + E \\
 242,5 - D &= E \\
 242,5 - 20 &= E \\
 \mathbf{222,5} &= \mathbf{E}
 \end{aligned}$$

Rendimiento del rebozado gabardina

$$\%R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$\%R = \frac{222,5}{242,5} \times 100$$

$$\%R = 91,75\%$$

Interpretación

Al realizar el balance de materia en el rebozado tipo gabardina observamos que hay pérdida mínima de 20 g en el rebozado.

De igual manera se realizó el cálculo del porcentaje de rendimiento el cual resultó un 91,75% de pérdidas al realizar el rebozado.

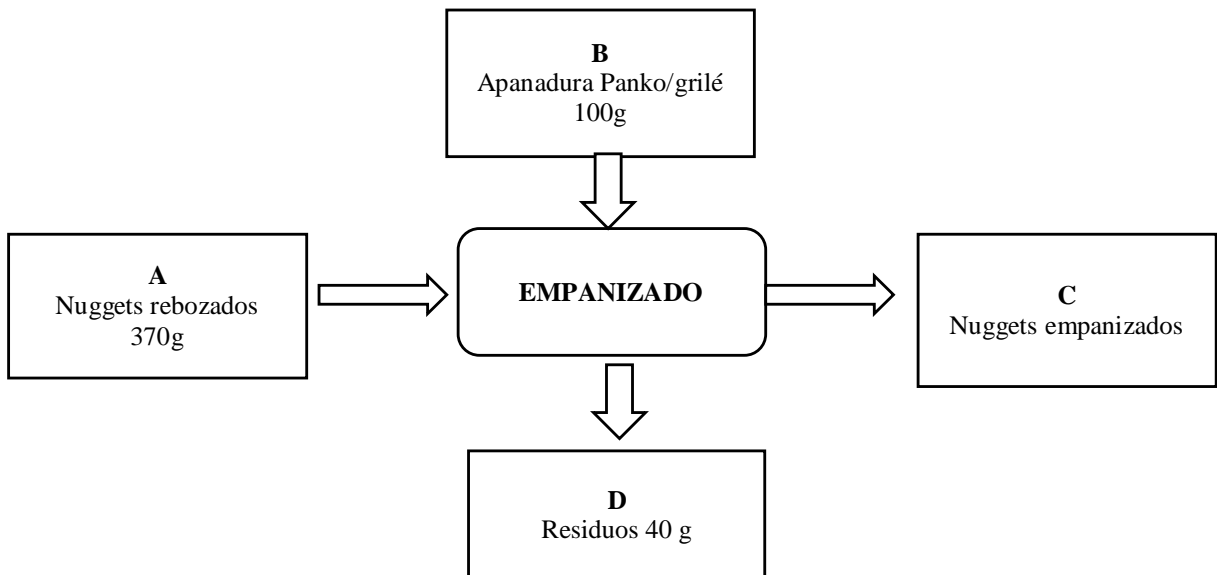
2.14.4 Balance de materia en el proceso de en el mezclado

Tabla 45 Ingredientes para empanizado

A	Nuggets rebozados	370
B	Apanadura Panko/grilé	100
C	Residuos	40
D	Nuggets empanizados	x

Fuente: Mopocita & Villota (2025)

Figura 22 Ingredientes para empanizado



Elaborado por: Mopocita & Villota (2025)

Balance Total

$$\begin{aligned}
 A + B &= C + D \\
 370 + 100 &= C + D \\
 470 &= C + D \\
 470 - 40 &= D \\
 430 &= D
 \end{aligned}$$

Rendimiento del rebozado gabardina

$$\begin{aligned}
 \%R &= \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \\
 \%R &= \frac{430}{470} \times 100
 \end{aligned}$$

$$\%R = 91,48\%$$

Interpretación

Al realizar el balance de materia en el proceso de empanizado, se obtuvo un residuo de 40 g de apanadura por cada 100 g utilizados. Durante el empanizado, los nuggets ganaron peso según el tipo de cobertura aplicada.

El empanizado con **panko japonés** generó el mayor aumento de peso, debido a su textura gruesa y ligera, que permitió una rápida absorción de humedad y una mejor adherencia al rebozado, formando una capa más espesa. De manera similar, la **apanadura grilé** se adhirió rápidamente, aunque creó una cobertura más delgada en comparación con el panko.

En ambos casos, el peso de los nuggets aumentó entre 6 y 8 g. Considerando los residuos de apanadura, se determinó que para empanar 16 nuggets fue necesario 60 g del tipo de empanizado.

2.15 Costos de producción del mejor tratamiento

Tabla 46 *Costos de elaboración de Nuggets de trucha fortificado*

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (\$)
Carne de trucha	400	G	5,5
Germinados brócoli	50	G	1,75
Harina de amaranto	200	G	1,5
Ajo en polvo	50	G	0,5
Cebolla en polvo	50	G	0,5
Condimento para pescado	70	G	0,75
Hielo	3	Kg	0,85
Ácido ascórbico	250	G	1,5
Sal Nitral	100	G	1,25
Mezcla de poli fosfatos	500	G	1,5
Sal común	1	Kg	0,7
Pimienta	55	G	0,5
Total			16,8
Harina de trigo	½	Lb	0,3
Bicarbonato	20	G	0,25

Apanadura Grilé	500	G	1,5
Total			2,05
GASTO TOTAL			18,85

Fuente: Mopocita & Villota (2025) **Interpretación**

Costo total: 18,85

Cantidad de nuggets: 16 nuggets de 26 - 28 g cada uno

Costo por nuggets = \$18,85 (16 nuggets) cada nugget tienen un precio de = 1,17\$

Al analizar los costos de materia prima, aditivos, condimentos y demás materiales utilizados en la elaboración de los nuggets de trucha con germinados de brócoli y harina de amaranto del mejor tratamiento. Se calculó que el precio de cada nuggets se debe de valorar a 1,17 \$ para cubrir la inversión realizada, cada nuggets tiene un peso de entre 26 a 28 g. Hay que recalcar que en cada 100 g de este producto hay 14 g de proteína. Dado que el producto no podría ser accesible para todos los consumidores, este producto se destinará a un público que busca calidad y valor nutricional como:

Grupo objetivo socioeconómico

Disponibilidad: Los nuggets de trucha de 1,17 \$ significa que una porción estándar (por ejemplo, 4-5 nuggets con peso aproximado de 130 g) costará entre \$4,68 y \$5,85, lo que es comparable a los productos de mayor calidad del mercado. El uso de trucha, brotes de brócoli y harina de amaranto indicó que se trata de un producto saludable y funcional, haciéndolo atractivo para los consumidores que están dispuestos a pagar más por su valor nutricional.

Mercado ideal

Clase media alta urbana: personas con ingresos estables que buscan alimentos saludables y de calidad.

Profesionales y directivos: personas que buscan una solución rápida pero nutritiva.

Grupos con necesidades nutricionales especiales: deportistas o consumidores interesados en alimentos ricos en proteínas. En Ecuador, los supermercados y cadenas de comida rápida suelen

vender los tradicionales nuggets de pollo o pescado a precios más bajos. Sin embargo, al ser un producto con ingredientes y valor nutricional diferenciados, el precio justificaría su valor en un mercado más exclusivo. Este producto no compite con nuggets comerciales tradicionales, pero posiblemente podría competir con alimentos de alta calidad en el segmento de alimentos saludables y funcional.

3 IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL AMBIENTAL y ECONÓMICO)

4.1 Impacto Técnico

En términos técnicos, la producción de nuggets ha experimentado avances significativos, impulsados por el desarrollo de tecnologías que facilitan la automatización y mejoran la eficiencia en la producción. Estos avances también contribuyen a una mayor consistencia en la calidad del producto. Adicionalmente, la incorporación de nuevas técnicas de conservación y empaque ha permitido prolongar la vida útil de los nuggets. En este contexto, la incorporación de ingredientes innovadores como proteínas vegetales, especialmente aquellas que se alinean con las tendencias culturales y tradicionales, demanda la adopción de nuevos conocimientos y habilidades dentro del campo de la tecnología de alimentos.

4.2 Impacto Social

Los nuggets, por su naturaleza de ser productos accesibles y convenientes, han ganado popularidad entre diferentes grupos sociales, como familias con niños y personas con estilos de vida ocupados. Además, el creciente interés por las alternativas vegetales está reflejando un cambio en las preferencias alimenticias de la población, con una tendencia hacia productos que no solo sean más saludables, sino que también sean producidos de manera ética, lo cual está fomentando un aumento en la demanda de este tipo de productos.

4.3 Impactos Ambientales

La producción de nuggets, especialmente aquellos basados en carne, presenta un impacto considerable sobre los recursos naturales. Este impacto se refleja en el consumo de agua y tierra necesarios para la producción de alimentos para los animales, así como en la

emisión de gases de efecto invernadero derivados de la ganadería. Además, el proceso de producción de estos productos puede generar desperdicios tanto en la materia prima (como partes no aprovechadas de los animales) como en productos que no logran venderse o que caducan antes de ser comercializados. Con el fin de mitigar estos impactos, se están llevando a cabo esfuerzos por hacer la producción más sostenible, tales como la reducción de desperdicios y la búsqueda de ingredientes más sostenibles para la elaboración de los nuggets.

4.4 Impactos Económicos

El proceso de elaboración de nuggets puede presentar altos costos, principalmente debido a la necesidad de utilizar tecnología avanzada y a los estrictos controles de calidad requeridos en la producción. No obstante, la producción en masa y la automatización de ciertos procesos han permitido reducir significativamente estos costos. En el ámbito económico, el mercado de los nuggets es altamente competitivo, con múltiples marcas compitiendo en factores como el precio, la calidad y el valor agregado de los productos. La innovación en la producción y las estrategias de marketing juegan un papel crucial para mantener una ventaja competitiva. Además, la producción y comercialización de nuggets tiene el potencial de apoyar la economía local mediante la creación de empleo y el fortalecimiento de las cadenas de suministro, que involucran a agricultores, proveedores y minoristas.

5. RECURSOS Y PRESUPUESTOS GENERALES DEL PROYECTO

A continuación, se desarrolla los costos de producción estimados para los nuggets fortificados con trucha arcoíris, germinado de brócoli y harina de amaranto, en la que influyen los costes de los ingredientes que pueden variar dependiendo del mercado, pero se asume que los ingredientes seleccionados, aunque nutritivos, no son excesivamente costosos, cabe recalcar que los costos operativos incluyen mano de obra, energía, y otros materiales directos e indirectos, sin embargo, se presenta de manera general.

Tabla 47 *Costos de producción*

Recursos Equipos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
			(\$)	(\$)
Molino de carne	30	Horas/uso	1	30
Picadora de hielo	8	Horas/uso	1	8
Congelador	30	Horas/uso	1	30
Subtotal				68
MATERIALES				
Cuchillos	2	u	5	10
Tablas de picar	2	u	5	10
Mesa de Trabajo	2	u	10	20
Bolws	10	u	1	10
Subtotal				50
Hielera de Plástico	1	u	25	25
Hielera Térmica	1	u	6	6
Papel Film	2	paquetes	1,82	3,64
Papel Aluminio	1	paquete	1,5	1,5
Fundas herméticas	2	paquetes	3,75	7,5
Fundas para polietileno	1	paquete	5	5
Espátula miserable	1	u	2,5	2,5
Batidora manual	1	u	1,5	1,5
Cucharones	2	u	2	4
Tota				56,64
MATERIA PRIMA				
Trucha Arcoíris	8	Kg	5,5	110
Germinados de brócoli	6	paquetes	3,5	21
Harina de amaranto	2	Kg	18	18
Recursos Equipos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
			(\$)	(\$)

Subtotal					149
INSUMOS					
Ajo en polvo	200	g	2	2	
Cebolla en polvo	200	g	2	2	
Pimienta	200	g	2	2	
Sal común	1	Kg	1	1	
Condimento para pescado	500	g	4,2	4,2	
Ácido ascórbico	500	g	3	3	
Sal Nitral	250	g	2,5	2,5	
Mezcla de poli fosfatos	500	g	1,5	1,5	
Hielo	7	paquetes	0,98	6,86	
Subtotal					25,06
MATERIALES PARA EMPANIZAR					
Harina de Trigo	2	kg	2,1	4,2	
Bicarbonato	50	g	0,63	0,63	
Apandura Grilé	6	paquetes	1,7	10,2	
Panko Japonés	6	paquetes	4,5	27	
Subtotal					42,03
MATERIALES PARA CATAACIONES					
RECURSOS	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total	
			(\$)	(\$)	
Servilletas	1	paquete	0,9	0,9	
Envases Transparentes	1	paquete	2,96	2,96	
Tenedores de plástico	1	paquete	0,75	0,75	
Vasos colero	1	paquete	0,48	0,48	
Galón de Agua	1	galón	1,5	1,5	
Limón	10	unidades	0,10	1	
Azúcar	1	kg	1,25	1,25	
Subtotal					8,84
Recursos Equipos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total	
			(\$)	(\$)	

TRANSPORTE				
Servicio de Servientrega	2		11,28	22,56
Viajes Laboratorios	3		20	60
Supermercado	1		1,5	1,5
Supermercado universidad	1		5	5
Subtotal				89,06
MATERIALES DE ASEO				
Cofias	4	u	0,40	1,6
Mascarillas	4	u	0,30	1,2
Lava	1	u	1,25	1,25
Estropajos	2	u	1	2
Limpiones	2	u	1,2	2,4
Subtotal				8,45
OTROS RECURSOS				
Análisis	12			483
(Proteína, Grasa)				
Análisis (fisicoquímico)	1			72,45
Análisis	1			55,27
(microbiológico)				
Subtotal				610,72
			TOTAL	1107,8

Fuente: Mopocita & Villota (2025)

El costo total de producción estimado fue de \$1107,8 dólares para la cantidad estimada de nuggets, lo que deja un amplio margen para gastos adicionales y rentabilidad. Esto demuestra que, aunque los ingredientes utilizados en la fortificación son de alto valor nutricional, los costos de producción se mantienen dentro de un rango razonable. Por lo tanto, la producción de estos nuggets fortificados tiene un alto potencial de viabilidad comercial, ya que no excede los 2000 dólares previstos y puede generar ganancias razonables en el mercado.

6. CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica sobre las materias primas seleccionadas trucha arcoíris, germinado de brócoli y harina de amaranto reveló que estos ingredientes son fuentes ricas en nutrientes

esenciales. La trucha arcoíris es especialmente valiosa por su contenido de proteínas de alta calidad y ácidos grasos omega-3, que son beneficiosos para la salud cardiovascular. El germinado de brócoli es una excelente fuente de antioxidantes, vitaminas y minerales, mientras que la harina de amaranto proporciona proteínas vegetales de alta calidad y minerales como el hierro y el magnesio. Estos ingredientes son adecuados para la formulación de productos alimenticios funcionales, mejorando tanto el perfil nutricional como las propiedades organolépticas del producto final.

Así también, se concluyó que los nuggets de trucha fortificados con germinado de brócoli y harina de amaranto fueron formulados exitosamente, siguiendo las proporciones óptimas de estos ingredientes. La combinación de la trucha con los germinados y la harina de amaranto permitió crear un producto de alta calidad nutricional, adecuado para consumidores interesados en alimentos funcionales y saludables. Los resultados de la elaboración mostraron que el tipo de empanizado (especialmente el empanizado "grille") tuvo un impacto positivo en la aceptación sensorial del producto.

En el análisis físico, químicos realizados sobre los distintos tratamientos mostraron una variabilidad en los contenidos de grasa y proteína, con el tratamiento t2 (empanizado "grille") destacándose por su equilibrio nutricional (proteína de 14.38% y grasa de 4.4%). En cuanto a la evaluación sensorial, los tratamientos con empanizado "grille" fueron los mejor valorados en cuanto a color, sabor, textura y aceptabilidad, lo que subraya la importancia de este tipo de cobertura en la aceptación del producto. El tratamiento t2 ocupó el primer lugar en el ranking sensorial, lo que sugiere que este fue el más preferido por los evaluadores.

El análisis nutricional del tratamiento t2 mostró que los nuggets desarrollados son una excelente fuente de proteínas de alta calidad, con un contenido moderado de grasa, lo que los convierte en una opción saludable para los consumidores, en donde el tratamiento tiene

un buen perfil nutricional, siendo adecuado para aquellos que buscan alimentos con alto contenido proteico.

En cuanto a los costos de producción, se determinó que, aunque los ingredientes utilizados son de alto valor nutricional, los costos de producción son relativamente accesibles, lo que sugiere que los nuggets fortificados pueden ser comercialmente viables.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, con los resultados obtenidos, se continúe con la optimización de la formulación, especialmente en cuanto a la relación de los ingredientes y el tipo de empanizado. Experimentar con diferentes proporciones de germinado de brócoli y harina de amaranto podría mejorar aún más las propiedades nutricionales y sensoriales del producto. Además, se podría evaluar el uso de otros tipos de empanizado o técnicas de cocción para mejorar la textura y la aceptación del producto.
- Además, se debe realizar pruebas adicionales sobre la estabilidad del producto a lo largo del tiempo y bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Esto incluiría estudios sobre la vida útil, la conservación de las propiedades sensoriales y el mantenimiento de los beneficios nutricionales, especialmente en relación con la estabilidad de los ácidos grasos omega-3 presentes en la trucha.
- Aunque los resultados sensoriales fueron positivos, se recomienda ampliar la muestra de evaluación sensorial para incluir una mayor diversidad de consumidores, con el fin de obtener una visión más amplia sobre la aceptación del producto. Esto podría incluir la evaluación de diferentes grupos demográficos y la comparación con otros productos comerciales disponibles en el mercado.
- El alto valor nutricional de los ingredientes utilizados, se sugiere investigar el potencial de comercialización de estos productos en mercados especializados en alimentos funcionales y saludables. La creación de estrategias de marketing que destaquen los beneficios para la salud de los ingredientes utilizados (como los omega-3 de la trucha y

las propiedades antioxidantes del germinado de brócoli) podría atraer a un público más amplio, especialmente a consumidores conscientes de su salud.

- Por último, se recomienda considerar la creciente importancia de la sostenibilidad en la industria alimentaria, se recomienda explorar las prácticas de producción sostenible para la trucha, el germinado de brócoli y el amaranto. Esto podría incluir la evaluación del impacto ambiental de la producción de estos ingredientes, así como el desarrollo de estrategias para reducir la huella ecológica del proceso de fabricación de los nuggets.

8. BIBLIOGRAFÍA

Suarez, P. A., Martínez, J. G., & Hernández, J. R. (2016). El amaranto y sus efectos terapéuticos. *Tlatemoani: revista académica de investigación*, 7(21), 55-73.

Alvarado, J. (2020). Aplicación De La Harina Y Semillas De Moringa (Moringa Oleífera) Con Harina De Amaranto (Amaranthus Spp.) En La Elaboración De Una Carne Vegana. Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20SILVA%20JOSELYN%20ANALY.pdf>

Arango, S. V. (2022). *Validación del método de proteína por medio de la determinación de nitrógeno por*. Obtenido de Universidad de Antioquía:

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/28735/1/ValenciaSantiago_2022_ValidacionMetodoProteina.pdf

Ayuso, M. (2021). *La historia tras los nuggets de pollo: un producto de posguerra que se popularizó por recomendación de las autoridades sanitarias. Directo al Paladar*.

Obtenido de [https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-](https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/historianuggets-polloproducto-posguerra-que-se-popularizo-recomendacion-autoridadessanitarias)

[alimentos/historianuggets-polloproducto-posguerra-que-se-popularizo-recomendacion-autoridadessanitarias](https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/historianuggets-polloproducto-posguerra-que-se-popularizo-recomendacion-autoridadessanitarias)

Bertha, & Jesús. (22 de Diciembre de 2014). *Berta & Jesús*. Obtenido de muyjapones:

<https://www.muyjapones.com/el-panko-japones/?utm>

Bourne, M. C. (2021). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press*.

Calvo, D., Ottar, S., & Tudoran, A. (2022). *Análisis de las preferencias para un nuevo producto de pescado de conveniencia: Una aplicación empírica para España y*

Noruega. Obtenido de <file:///D:/1%20MIS%20DOCUMENTOS/Downloads/Dialnet->

AnalisisDeLasPreferenciasParaUnNuevoProductoDePesc-2232719%20(1).pdf

- Camaño, J. A., Montes, J. R., & Zapata, J. E. (2021). Calidad microbiológica en función del tiempo en dietas para trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) elaboradas con ensilado de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*). *Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias. Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos*, 32(2), 29-40.
doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000200029>
- Cañada, J., Hurtado, J., Ramos, N., & Quevedo, Y. (2021). Proteína de pescado: nutrición e innovación. *Nutrición Hospitalaria*, 38(2). doi:10.20960/nh.3795
- Carnetec.(n.d). (s.f.). Detalles sobre los artículos técnicos de la industria cárnica. Carnetec.
Recuperado el 10 de febrero de 2025.
- CASTAÑEDA, C. E. (2019). *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*. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/850/PANDURO_CESAR_SUSTITUCI%c3%93N%20HARINA_TRIGO_QUINUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cataña, S. (2020). *Evaluación de características físicas de los granos de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus caudatus L.) producidos en Ecuador con métodos tradicionales y alternativos*. Tesis de grado, Universidad de la Américas. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12191/1/UDLA-EC-TIAG-2020-21.pdf>
- Chui, B. H., Belizario, Q. G., Huaquisto, R. E., Sardon, A. D., & Calatayud, M. A. (2021). Elementos químicos esenciales en la trucha arco iris, *Oncorhynchus Mykiss*, en sitios productivos en dos provincias del noroeste del lago Titicaca, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 38(2), 56-61. doi:<https://doi.org/10.34098/2078-3949.38.2.1>

- Cuesta, G., & Fusari, C. (28 de Septiembre de 2022). *Nuevos aportes en la producción y procesamiento de Brócoli*. Obtenido de [file:///D:/1%20MIS%20DOCUMENTOS/Downloads/Nuevos%20aportes%20en%20la%20producci%C3%B3n%20y%20procesamiento%20de%20Br%C3%BColi%20\(Brassica%20oleracea%20L.%20var.%20it%C3%A1lica%20Plenck\)_%20una%20revisi%C3%B3n.pdf](file:///D:/1%20MIS%20DOCUMENTOS/Downloads/Nuevos%20aportes%20en%20la%20producci%C3%B3n%20y%20procesamiento%20de%20Br%C3%BColi%20(Brassica%20oleracea%20L.%20var.%20it%C3%A1lica%20Plenck)_%20una%20revisi%C3%B3n.pdf)
- Directo a Japón. (3 de marzo de 2023). *Todo sobre Panko el Pan Rallado Japonés*. Obtenido de Directo a Japón: <https://directoajapon.com/blog/todo-sobre-el-panko/276.html>
- FAO. (2009). *Cultures Aquatic species fact sheets*. Obtenido de https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_rainbowtrout.htm
- FAO. (2020). *Cultivo de Trucha Arcoíris. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Fitia. (s.f.). *Pan molido apanadura grilé*. Obtenido de Fitia: https://fitia.app/es/caloriasinformacion-nutricional/pan-molido-apanadura-8012729/?utm_source=chatgpt.com
- Florez, J. M., & Roldán, A. D. (2021). La trucha (*Oncorhynchus mykiss*): Potenciales productos alimenticios derivados del principal recurso acuícola en regiones altoandinas. *Revista de Investigaciones Altoandinas – Journal* , 23(3), 159–170,. doi:<https://doi.org/10.18271/ria.2021.279>
- Florez, L. (2023). *La Trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss)*. Obtenido de <https://tilapia.pro/la-trucha-arcoiris/>
- Flórez, L. A. (12 de November de 2023). *TILAPIA Naveganfo el Mundo Tilapia Juntos*.
- Florez, M., & Roldán, D. (2021). La trucha (*Oncorhynchus mykiss*): Potenciales productos alimenticios derivados del principal recurso acuícola en regiones altoandinas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(3). doi:10.18271/ria.2021.279

Foods.pe. (2020). <https://foods.pe/la-trucha/>.

Franco-Crespo, C. (2020). Evaluación de una Mezcla Empanizadora, con Inclusión de Almidón Modificado, para su Aplicación en Carnes. *Revista Politécnica* , 42(3), 63-70. doi:10.33333/rp.vol46n2.06

Guaján, C. (2019). “*Determinación de los procesos artesanales para elaborar harina y cereales de amaranto (Amaranthus caudatus L.), en la comunidad de Iltaquí, cantón Cotacachi*”. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6408>

Haro, S. (2011). *Estudio De Factibilidad Para La Producción Y Comercialización De Amaranto En La Región Andina Y Litoral Del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/48df9b6a-94e1-415e-b872-59297be0e995/content>

Hinojosa-Dávalos, J. C.-L.-L.-R.-G. (2019). *Identificación del perfil fitoquímico y efecto del estrés lumínico sobre la capacidad antioxidante del germinado de brócoli en un dispositivo germinador rotatorio tipo tambor*.

Hleap, Z. J., Solís, E. M., & Dussán, S. S. (2023). Análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial de nuggets elaborados a partir de bagre de faja (*Galeichthys peruvianus*). *Ingeniería y Desarrollo*, 41(1), 50-68, . doi:<https://doi.org/10.14482/inde.41.01.616.012>

Ibáñez, E. C. (2001). *La aceptabilidad de los alimentos: nutrición y placer*. Obtenido de <https://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/823>

Jay, J. M. (2021). Obtenido de *Modern Food Microbiology*: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-7476-7>

- Jiménez, J. (Julio de 2013). *Diseño de proceso de extrucción para la elaboración de un suplemento nutricional con base en la mezcla amaranto, quinua, chocho y avena*.
Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6444/1/CD-4973.pdf>
- León-Camacho, M. &. (2021). *Amaranth: Chemistry, Nutrition, and Food Applications*. CRC Press.
- Liquede, A. (2024). *Efectos de la velocidad de congelación sobre la calidad de los alimentos*.
Obtenido de https://es.airliquide.com/soluciones/criogenia-alimentaria/efectocriogenico-de-la-congelacion-nivel-celular?utm_source=chatgpt.com
- López, O. P. (2019). *Innovaciones en Revestimientos Alimentarios*. Editorial Científica Internacional. .
- Lucas, J. (2021). *Incidencia del amaranto (Amaranthus caudatus) en las características fisicoquímicas y sensoriales de una mortadela a base de codorniz (Coturnix coturnix),*.
Tesis de grado. Obtenido de
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LUCAS%20ESPINOZA%20JARITZA%20ANGELICA.pdf>
- Mapes Sánchez, C. (septiembre de 2015). *En Ciencia*. Obtenido de
https://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Mayorga, D. (2023). *Sustitución de harina de trigo por harina de amaranto en salchicha de ternera*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21110>
- Molina, C. M., García, N. V., Jaramillo, Y. F., Naranjo, A. V., & Gómez, V. S. (2024).
Caracterización fisicoquímica, nutricional y sensorial de dos complementos alimenticios biofortificados. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 74(1), 12-23.
doi:<https://doi.org/10.37527/2024.74.1.002>

- Nadia Mirabella, V. C. (15 de febrero de 2014). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652613007440>
- Orientalmarket. (2014). *Panko: qué es, usos, receta casera y dónde comprarlo*. Obtenido de Oriental Market: <https://www.orientalmarket.es/panko-el-pan-rallado-japones/?srsltid=AfmBOoprM1pYjCFuxfHuQFALim0E1MKz79Mg44kkVMbFtz5LDyDSQDbx>
- Osorio, U. (Junio de 24 de 2024). *Amaranto: propiedades, beneficios y contraindicaciones* . Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/amaranto-propiedades-beneficios-ycontraindicaciones-4997.html>
- Ponce de León, J. (2020). <https://revista.nutricion.org/PDF/PONCEDELEON.pdf>.
- Reineccius, G. (2006). *Flavor Chemistry and Technology*. CRC Press.
- Reyes, M. (2023). *Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/REYES%20CORONEL%20MADELYNE%20SUGEY.pdf>
- Rincón verde. (2024). *Germinados o brotes y sus beneficios-Huertos en casa Huertos Urbanos*. Obtenido de <https://elrincon-verde.com/germinados-o-brotes-y-beneficios/>
- Riverón, b. (2022). *Actual fruveg Bienestar y Alimentacion Saludable*. Obtenido de https://actualfruveg.com/2021/03/05/gluten-salud/?utm_source=chatgpt.com
- Salazar, A. (Agosto de 2016). *Implementación del Método Kjeldahl para la determinación de proteína para diferentes matrices en el laboratorio de ECUACHEMLAB*. Obtenido de <file:///D:/1%20MIS%20DOCUMENTOS/Downloads/BQ%2096.pdf>
- Sams, K. D. (Enero de 2013). *Revista de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas*. Obtenido de <https://doi.org/10.21273/JASHS.138.1.31>

- Sánchez, Á., & Guerrero, Á. (2013). *Formulación Y Elaboración De Nuggets A Base De Pasta De Pollo Con Diferentes Niveles De Carne De Trucha Arco Iris (Oncorhynchus Mykiss)*. Obtenido de https://www.academia.edu/36839248/FORMULACION_Y_ELABORACION_DE_NUGGETS_A_BASE_DE_PASTA_DE_POLLO_CON_DIFERENTES_NIVELES_DE_CARNE_DE_TRUCHA_ARCO_IRIS_Oncorhynchus_mykiss_%C3%81NGELA_NATALIA_S%C3%81NCHEZ_GONZ%C3%81LEZ_%C3%81NGEL_A_MERCEDES_GUERRERO_
- SM Saia, H. C. (2021). *Tendencias en ciencias y tecnología de los alimentos*.
- Tinoco, R. (2022). *Utilización de dos cereales como grano germinado en las etapas de crecimiento y engorde de cuyes de la raza Perú en la provincia de Chota – Cajamarca*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5505>
- Villamarin, J. (Agosto de 2023). *EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD*. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d5a431de-de48-4fe7-be1c-151bd5007d2f/content>
- Yamada, T. (2018). *Japanese Cuisine: A Cultural History*. Reaktion Books. 39.
- Zambrano, J., Guachichullca, L., & Valdiviezo, M. (2021). *La pesca artesanal en Ecuador: miradas desde el desarrollo sostenible y la globalización*. doi:10.46925/rdluz.34.15
- Zambrano, M. 1., Párraga, V. A., & Parrales, C. V. (2021). Evaluación proteica de la harina de amaranto (*Amaranthus Dubius*) en el crecimiento del camarón *Penaeus Vannamei* en etapa de postlarva. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 25(2), 1-12. doi:<https://doi.org/10.33936/latécnica.v0i25.3165>
- Zapata, L., & Aguilera, N. (Agosto de 2014). Obtenido de Estudio comparativo de productos a base de pollo congelados y listos para en consumo (fritos):

<https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2014-estudio-nuggets.pdf>

Zapata, L., & Aguilera, N. (2014). Estudio comparativo de productos a base de pollo congelados y listos para el consumo. *Organización de consumidores y usuarios de Chile*. Obtenido de <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2014-estudionuggets.pdf>