



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE
QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE
GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)”.**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingenieras
Agroindustriales

AutorDs:

Calo Pilatasig Deysi Pamela

Viteri Olmedo Karina Elizabeth

Tutora:

Arias Palma Gabriela Beatriz

LATACUNGA – ECUADOR

Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Calo Pilatasig Deysi Pamela con cédula de ciudadanía No. 0550710388; y, Viteri Olmedo Karina Elizabeth, con cédula de ciudadanía No. 0550167050; declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: **“ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)”**, siendo la Ingeniera Mg. Gabriela Beatriz Arias Palma, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 21 de julio del 2025



Deysi Pamela Calo Pilatasig
CC: 0550710388
ESTUDIANTE



Karina Elizabeth Viteri Olmedo
CC: 0550167050
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CALO PILATASIG DEYSI PAMELA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550710388** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Dra. 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 Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de **“ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)”**, 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: Abril – Agosto 2025

Tutora: Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.

Tema: **“ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)”**.

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 21 días del mes de julio del 2025.



Deysi Pamela Calo Pilatasig

LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema

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 **VITERI OLMEDO KARINA ELIZABETH**, identificada con cédula de ciudadanía **0550167050** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Dra. 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 Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de “**ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)**”, 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 – Agosto 2021

Finalización: Abril – Agosto 2025

Tutora: Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.

Tema: “**ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)**”.

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 21 días del mes de julio del 2025.

Karina Elizabeth Viteri Olmedo

LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)”, de Calo Pilatasig Deysi Pamela y Viteri Olmedo Karina Elizabeth, 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, 21 de julio del 2025



Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.

CC: 1714592746

DOCENTE TUTORA

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: Calo Pilatasig Deysi Pamela y Viteri Olmedo Karina Elizabeth, con el título de Proyecto de Investigación: **“ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)”**, 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, 21 de julio del 2025



Ing. Zaira Eliana Zambrano Ochoa, Mg.
CC: 0501773931
LECTOR 1 (PRESIDENTA)



Ing. Manuel Fernández Paredes, Mg.
CC: 0501511604
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.
CC: 0501369805
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Técnica de Cotopaxi por todos los conocimientos impartidos en nuestra formación académica. Un profundo y sincero agradecimiento a nuestra Tutora la Ing. Mg. Arias Palma Gabriela Beatriz, quien supo guiarnos y apoyarnos para poder alcanzar nuestras metas y sueños, también agradecemos a nuestros docentes lectores que compartieron sus conocimientos con todo su afecto, durante esta investigación apoyándonos con sus consejos, al Ing. Mg Edwin Fabián Cerda Andino, Ing. Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Ing. Mg Manuel Enrique Fernández Paredes.

Calo Deysi y Viteri Karina

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por permitirme cumplir este sueño anhelado en mi formación profesional.

Este proyecto va dedicado a mis queridos padres con todo mi amor y cariño:

Hugo Calo y Marcia Pilatasig por haber sido el pilar fundamental, gracias por su amor, esfuerzo, valentía y a su sacrificio me apoyaron en todo momento sin importar los obstáculos este esfuerzo incansable y por enseñarme el valor del ejemplo en el trabajo.

A mis queridos hermanos Nayeli y Elquin, con todo mi cariño incondicional, gracias por su apoyo constante y su compañía.

A mis amigos Diego y Anderson con inmensa gratitud que estuvo conmigo en mis momentos de estrés y alegría durante mi carrera.

Calo Pilatasig Deysi Pamela

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios porque al le debo todo lo que tengo y todo lo que soy, por otorgarme la sabiduría y la oportunidad de avanzar este logro.

Con todo mi amor y gratitud, dedico este trabajo a mis padres: Aníbal y Victoria, pilares de mi vida. Gracias por su sacrificio, su esfuerzo incansable, por su enseñanza con el ejemplo de valor de trabajo, la perseverancia y la humildad. Ustedes son mi mayor inspiración y este logro es también suyo.

A mis hermanos, que son parte esencial de mi vida, por creer en mí y aplaudir tan fuerte mis logros que no importa si nadie más lo hace.

Viteri Olmedo Karina Elizabeth

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL A BASE DE QUINOA

(*Chenopodium quinoa*) Y HARINA DE GERMINADOS DE SOYA (*Glycine max*)”.

Autoras:

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se planteó como objetivo elaborar una carne vegetal a base de quinoa cocida y harina de germinados de soya. El análisis proximal de las semillas cocidas de quinoa mostró un elevado contenido de humedad total de 74,75 %, proteína 4,05 %, grasa 1,32 %, fibra 1,17 % y carbohidratos 17,68 %; mientras que la harina de germinados de soya expuso los siguientes porcentajes: humedad total 6,56 %, proteína 42,39 %, grasa 11,49 %, fibra 5,89 % y carbohidratos 28,74 %. En la investigación se utilizó un diseño experimental DBCA, con un esquema factorial A*B, para analizar la influencia de las variables independientes en las características físicas químicas y sensoriales en la carne vegetal, donde el factor A corresponde las concentraciones de harina de germinados de soya (75, 50 y 25 g) y semillas de quinoa (25,50 y 75 g) y el factor B conforman colorantes (zumo de remolacha y achiote). El análisis estadístico no mostró diferencia significativa para las variables como grasa que obtuvo un valor que se ajusta a la norma INEN 1346 (2015), mientras que, para la proteína, ceniza y pH se determinó diferencia significativa en donde el tratamiento T₂ obtuvo los mejores valores para proteína 23%, ceniza 7,14% y pH 6,66%, que coinciden con datos similares de otras investigaciones. En el análisis sensorial se obtuvo calificaciones aceptables que varían entre me gusta y normal para los atributos color, textura y aceptabilidad, lo que refleja una alta aceptación por parte de los evaluadores. El mejor tratamiento resulto el T₂ que corresponde a 75 g de harina de germinados de soya + 25 g de semillas cocidas de quinoa y 1 g de achiote, con los siguientes resultados, proteína 23 %, grasa 3,73 %, fibra 4,32 % y carbohidratos 49,96 %. Para el mejor tratamiento se realizaron análisis microbiológicos que presentó un bajo recuento de aerobios mesófilos (87 UFC/g) y la ausencia de E.coli. El costo total de producción para elaborar 2 unidades de 100 g es de \$5,60; con un costo unitario es de \$2,80; evidenciando que el producto es accesible desde el punto de vista económico; además de cumplir con los requerimientos nutricionales para el público consumidor.

Palabras claves: Quinoa cocida, germinados de soya, remolacha, achiote, carne vegetal.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: 'PRODUCTION OF VEGETABLE MEAT BASED ON QUINOA

(Chenopodium quinoa) AND SOYBEAN SPROUT FLOUR (Glycine max)'

Authors:

Calo Pilatasig Deysi Pamela
Viteri Olmedo Karina Elizabeth

ABSTRACT

The objective of this research project was to develop a vegetable meat product based on cooked quinoa and soybean sprout flour. Proximal analysis of the cooked quinoa seeds showed a high total moisture content of 74.75%, protein 4.05%, fat 1.32%, fibre 1.17% and carbohydrates 17.68%; while the soybean sprout flour showed the following percentages: total moisture 6.56%, protein 42.39%, fat 11.49%, fibre 5.89% and carbohydrates 28.74%. The research used a DBCA experimental design with an A x B factorial scheme to analyse the influence of independent variables on the physical, chemical and sensory characteristics of vegetable meat, where factor A corresponds to the concentrations of soybean sprout flour (75, 50 and 25 g) and quinoa seeds (25, 50 and 75 g) and factor B corresponds to colourings (beetroot juice and annatto). The statistical analysis showed no significant difference for the variable fat, which obtained a value that complies with the INEN 1346 (2015) standard, while for protein, ash and pH, a significant difference was determined, with treatment T2 obtaining the best values for protein 23%, ash 7.14% and pH 6.66%, which coincide with similar data from other studies. Sensory analysis yielded acceptable ratings ranging from 'like' to 'normal' for the attributes of colour, texture and acceptability, reflecting high acceptance by the evaluators. The best treatment was T2, which corresponds to 75 g of soybean sprout flour + 25 g of cooked quinoa seeds and 1 g of achiote, with the following results: protein 23%, fat 3.73%, fibre 4.32% and carbohydrates 49.96%. Microbiological analyses were performed on the best treatment, which showed a low count of mesophilic aerobes (87 CFU/g) and the absence of E. coli. The total production cost for making two 100 g units is £5.60, with a unit cost of £2.80, demonstrating that the product is affordable from an economic point of view, as well as meeting the nutritional requirements of consumers.

KEYWORDS: Cooked quinoa, Soybean sprouts, Beetroot, Achiote, Vegetable meat.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	v
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix

2.6.1.3.	Soya (Glycine max)	11
2.6.1.4.	Germinados	12
2.6.1.4.1	Aporte nutricional del germinado de soya	13
2.6.1.5.	Factores que afectan la germinación	14
2.6.1.6.	Harinas	14
2.6.1.7.	Zumos	14
2.6.1.7.1	Remolacha	15
2.6.1.7.2	Achiote	16
2.7.	Marco conceptual	16
2.8.	Metodología del proyecto de investigación	17
2.8.1.	Tipos de investigación	17
2.8.1.1.	Investigación documental	17
2.8.1.2.	Investigación descriptiva	18
2.8.1.3.	Investigación cualitativa	18
2.8.1.4.	Investigación experimental	18
2.8.1.5.	Investigación cuantitativa	18
2.8.2.	Técnicas de investigación	19
2.8.2.1.	Observación	19
2.8.2.2.	Encuesta	19
2.8.3.	Evaluación sensorial	19
2.8.4.	Materias primas, insumos y equipos	20
2.8.4.1.	Equipos	20
2.8.4.2.	Materiales	20
2.8.4.3.	Materia prima	20
2.8.5.	Procedimiento de obtención de la harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa.	21
2.8.5.1.	Extracción de zumos:	21

2.8.5.2.	Recepción	21
2.8.5.3.	Desinfección de las semillas	21
2.8.5.4.	Imbibición	22
2.8.6.	Germinación	22
.....		
2.8.6.1.	Deshidratación	23
2.8.6.2.	Molido	23
2.8.7.	Diagrama de flujo de la harina de germinados de soya	24
.....		
2.8.8.	Adecuamiento de los granos de quinoa	25
.....		
2.8.8.1.	Desaponificado	25
2.8.8.2.	Cocción	25
2.8.8.3.	Escurredo	26
2.8.8.4.	Almacenamiento	26
2.8.9.	Diagrama de flujo de la adecuación de las semillas cocidas de quinoa. 26	
2.8.9.1.	Métodos para la caracterización de la harina de los germinados de soya	27
2.8.9.2.	Formulación de la carne vegetal a distintas concentraciones de semillas de quinoa y harina de germinados de soya.	27
2.8.9.2.1	Recepción	29
2.8.9.2.2	Mezclado	29
2.8.9.2.3	Reposo	29
2.8.9.2.4	Formado	30
2.8.9.2.5	Freír	30
2.8.9.2.6	Enfriamiento	31

2.8.9.2.7	Empaquetado	31
2.8.9.2.8	Almacenamiento	31
2.8.9.3.	Diagrama de flujo de la carne vegetal a base de harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa.	32
2.8.9.4.	Metodología para análisis físico químico, sensorial, nutricional y microbiológico de la carne vegetal.	32
2.8.9.5.	Costo de producción del mejor tratamiento de la carne vegetal a base de quinoa y harina de germinados de soya.	33
2.9.	Preguntas científicas o hipótesis	34
2.9.1.	Hipótesis nula	34
2.9.2.	Hipótesis alternativa	34
2.9.3.	Validación de las hipótesis	34
2.10.	Diseño experimental	34
2.10.1.	Factores de estudio	35
2.10.2.	Variables e indicadores	36
2.10.3.	Esquema del análisis de varianza	37
2.11.	Análisis y discusión de resultados	38
2.11.1.	Análisis proximal de las semillas cocidas de quinoa y la harina de germinados de soya.	38
2.11.1.1.	Semillas cocidas de quinoa	38
2.11.1.2.	Harina de los germinados de soya	39
2.11.2.	Evaluación de la concentración de la harina de germinados de soya y semillas de quinoa, y la aplicación de zumos vegetales (remolacha, achiote) en la formulación de la carne vegetal, mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales.	41
2.11.2.1.	Análisis fisicoquímicos	41
2.11.2.2.	Análisis sensoriales	55
2.11.3.	Análisis microbiológico y nutricional del mejor tratamiento obtenido de la carne vegetal.	68

2.11.4.	Calcular el costo de producción del mejor tratamiento de la carne vegetal a base harina de germinados de soya y semillas de quinoa.	70
	2.11.4.1. Costo total de la carne vegetal	72
	2.11.4.2. Costo por unidad de carne vegetal	73
3.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	73
3.1.	Técnicos	73
3.2.	Sociales	73
3.3.	Ambientales	74
3.4.	Económicos	74
4.	RECURSOS Y PRESUPUESTO	74
5.	CONCLUSIONES	75
6.	RECOMENDACIONES	76
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Actividades y sistema de tareas en la relación a los objetivos planteados.	5
Tabla 2	Taxonomía de la quinoa	10
Tabla 3	Denominación del tamaño de los granos de quinua en función al diámetro promedio	11
Tabla 4	Taxonomía de la soya	12
Tabla 5	Fases de germinación	13
Tabla 6	Factores que afectan la germinación	14
Tabla 7	Referencia de los métodos de los análisis proximales de las harinas de germinados de soya	27
Tabla 8	Formulación de los tratamientos de la carne vegetal a base de semillas de quinoa y harina de germinados de soya.	28
Tabla 9	Análisis fisicoquímicos, sensoriales y nutricionales del mejor tratamiento	33
Tabla 10	Análisis microbiológicos del mejor tratamiento	33

Tabla 11 Matriz experimental de estudio	35
Tabla 12 Cuadro de variables e indicadores	36
Tabla 13 Parámetros del análisis de varianza	38
Tabla 14 Análisis proximales de las semillas cocidas de quinoa	38
Tabla 15 Análisis proximales de la harina de soya	40
Tabla 16 Análisis fisicoquímicos de los tratamientos de la carne vegetal	41
Tabla 17 Análisis de varianza de la variable de la proteína	42
Tabla 18 Comparación de promedios del factor A según Tukey para proteína de la carne vegetal	43
Tabla 19 Tabla de Tukey al 5 % para los tratamientos	43
Tabla 20 Análisis de varianza de la variable de la grasa	46
Tabla 21 Análisis de varianza de la variable de las cenizas	47
Tabla 22 Comparación de promedios del factor A según Tukey para la ceniza de la carne vegetal	48
Tabla 23 Comparación de promedios del factor B según Tukey para la ceniza de la carne vegetal	49
Tabla 24 Tabla de Tukey al 5 % para los tratamientos	49
Tabla 25 Análisis de varianza de la variable de la acidez	51
Tabla 26 Análisis de varianza de la variable del pH	52
Tabla 27 Comparación de promedios del factor A según Tukey para el pH de la carne vegetal	53
Tabla 28 Comparación de promedios del factor B según Tukey para el pH de la carne vegetal	54
Tabla 29 Tabla de Tukey al 5 % para los tratamientos	54
Tabla 30 Análisis de varianza de la variable color	56
Tabla 31 Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos, en la variable color	56
Tabla 32 Análisis de varianza de la variable olor	58
Tabla 33 Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos, en la variable olor	59

Tabla 34 Análisis de varianza de la variable sabor	60
Tabla 35 Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos	61
Tabla 36 Análisis de varianza de la variable textura	63
Tabla 37 Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos	64
Tabla 38 Análisis de varianza de la variable textura	65
Tabla 39 Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos	66
Tabla 40 Determinación del mejor tratamiento	68
Tabla 41 Análisis microbiológico	69
Tabla 42 Análisis nutricionales	69
Tabla 43 Costos de producción del mejor tratamiento (T ₂)	71
Tabla 44 Presupuesto del proyecto	74

ÍNDICE DE GRAFICAS

Ilustración 1 Tecnologías empleadas para la producción de productos de origen vegetal	9
Ilustración 2 Recepción de las semillas	21
Ilustración 3 Imbibición de las semillas de soya	22
Ilustración 4 Germinación de las semillas de soya	23
Ilustración 5 Deshidratación de la soya	23
Ilustración 6 Molido de los granos germinados y tamizado de la harina de soya.....	24
Ilustración 7 De saponificado de las semillas de quinoa	25
Ilustración 8 Cocción de la quinoa	25
Ilustración 9 Escurrido de la quinoa	26
Ilustración 10 Mezclado de la materia prima	29
Ilustración 11 Reposo de las masas A: con zumo de annato y B: con zumo de remolacha	30
Ilustración 12 Formado de la carne de acuerdo con su tratamiento	30
Ilustración 13 Sofrito de las carnes vegetales de acuerdo con su tratamiento	31
Ilustración 14 Carne vegetal empacada al vacío	31

ÍNDICE DE GRAFICAS

Figura 1 Promedio de la determinación de la proteína de la carne vegetal	44
Figura 2 Contenido de grasa de la carne vegetal	47

Figura 3	Contenido de cenizas en la carne vegetal.....	50
Figura 4	Contenido de acidez en la carne vegetal	52
Figura 5	Contenido de pH en la carne vegetal	55
Figura 6	Aceptabilidad del color por parte del tratamiento	57
Figura 7	Aceptabilidad del olor por parte de los catadores	60
Figura 8	Aceptabilidad del sabor por parte de los catadores	62
Figura 9	Aceptabilidad de la textura por parte de los catadores	64
Figura 10	Aceptabilidad de la carne vegetal por parte de los catadores	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Hoja de vida de la docente tutora	87
Anexo 2 Hoja de vida de la estudiante Calo Pilatasig Deysi Pamela.....	88
Anexo 3 Hoja de vida de la estudiante Viteri Olmedo Karina Elizabeth	90

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los hábitos alimenticios han cambiado, al igual que las exigencias por parte de los consumidores que cada vez son más complejas en cuanto a la ingesta de alimentos que provean beneficios para la salud sin sacrificar el sabor tradicional (Reyes & Oyola, 2020). El consumo de carne vegetal en los países en desarrollo sigue incrementando y para el año 2050 se espera que aumente hasta un 73%, de acuerdo con la FAO (Ponte, 2023).

En el Ecuador la búsqueda de alternativas sostenibles y saludables en la alimentación ha impulsado el desarrollo de productos innovadores en la industria alimentaria. Este tipo de alimentos responde a las necesidades de consumidores preocupados por el medio ambiente y el bienestar animal, sino que también representa una opción rica en nutrientes y adaptable a diversas dietas, aportando beneficios para la salud del ser humano. Las semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y la harina de germinados de soya (*Glycine max*), son prometedores debido a su elevado contenido de proteínas, aminoácidos esenciales y compuestos bioactivos (Castillo, 2021).

El proceso de germinación incrementa el valor nutricional y la biodisponibilidad de estos granos, lo que los convierte en ingredientes idóneos para el desarrollo de productos funcionales y con alto valor agregado. Así mismo, la combinación de soya y quinoa permite obtener un perfil proteico completo, esencial para satisfacer los requerimientos nutricionales de los consumidores (Arrieta, 2021).

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar una carne vegetal a base semillas cocidas de quinoa y harina de germinados de soya, evaluando las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, nutritivas y microbiológicas del producto final. Este trabajo busca no solo contribuir al campo de la ciencia alimentaria, sino también ofrecer una alternativa viable y accesible a las proteínas animales, promoviendo hábitos de consumo más responsables y sostenibles.

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título de investigación

Elaboración de carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*).

Fecha de inicio

Abril 2025

Fecha de finalización

Agosto 2025

Lugar de ejecución

Provincia: Cotopaxi – Zona:3

Cantón: Latacunga

Parroquia: Eloy Alfaro

Barrio: Salache Bajo

Institución

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia

Agroindustria

Nombres de equipo de investigación

Tutora de investigación: Ing. Mg. Gabriela Beatriz Arias Palma

Lector 1 (Presidenta): Ing. Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa

Lector 2: Ing. Mg, Manuel Enrique Fernández Paredes

Lector 3: Ing. Mg Edwin Fabián Cerda Andino

Estudiantes:

Calo Pilatasig Deysi Pamela

Viteri Olmedo Karina Elizabeth

Área de conocimiento

Área: Ingeniería, industria y construcción.

Sub – área: Industria y producción.

Línea de investigación: Proceso tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub – línea investigación: Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales.

2. DISEÑO DEL PROYECTO

2.1. Planteamiento del problema

En los últimos años, la preocupación por la salud, el bienestar animal y el impacto ambiental de la industria cárnica ha impulsado una creciente demanda de alternativas vegetales a la carne (Moreno & Flores, 2023) (Zapata & Barrionuevo, 2020). Sin embargo, muchas de las opciones disponibles en el mercado presentan limitaciones en cuanto a su valor nutricional, sabor, textura o accesibilidad económica. En este contexto, la búsqueda de ingredientes que ofrezcan un perfil nutricional completo y sean culturalmente aceptables resulta fundamental (Quesada & Gómez, 2019).

La producción de carne a gran escala no solo produce efectos adversos al ecosistema, también lo hace con el ser humano, ya que el consumo excesivo de carne aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades (cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias, diabetes tipo 2, infecciones, enfermedades renales, enfermedades hepáticas), incrementando la probabilidad de mortalidad prematura.

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal de alto valor proteico, rica en aminoácidos esenciales (Paucarchuco & Vilchez, 2024); mientras que la harina de germinados de soya (*Glycine max*) aporta una fuente vegetal concentrada de proteínas y compuestos bioactivos; durante el proceso de germinación se activan enzimas hidrolíticas y también son las enzimas más novedosas sintetizadas que, junto con las sustancias de reserva en la semilla, se movilizan para ser utilizadas en el crecimiento inicial de la plántula (Huaraca , et al, 2021). A pesar del potencial de ambos ingredientes, existe poca información sobre su uso conjunto en la elaboración de carnes vegetales que logren una buena aceptación sensorial, mantengan cualidades nutricionales competitivas y presenten una textura similar a la carne animal.

La carne vegetal es una alternativa para minimizar el impacto ambiental que provoca la industria cárnica sin embargo en el desarrollo del producto su consistencia es el mayor desafío, debido a que tiende a romperse y la poca cantidad de información disponible acerca de este tipo de alimento.

2.2. Marco contextual

En los últimos años, la industria alimentaria ha experimentado un cambio importante hacia alternativas sostenibles, impulsado por la innovación. La industria cárnica es uno de los sectores con mayor impacto ambiental, contribuyendo significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo intensivo de agua y la degradación de los ecosistemas. Las carnes vegetales se presentan como una opción prometedora y en constante desarrollo.

Los germinados aportan beneficios para el buen funcionamiento del organismo debido a su gran contenido de fibra, grasas saludables, enzimas, minerales, potasio, antioxidantes, calcio, clorofila, así como vitaminas A, B1, B3, B6, B12, C, D, E y K que ayudan a proteger las células del daño causado por los radicales libres; además permiten, corregir enfermedades que se desarrollan por la mala alimentación y crean bienestar tanto físico como mental (Arrieta, 2021). La soya posee alto contenido en proteína, vitaminas, aminoácidos e isoflavonas (Arrieta, 2021). La composición de los germinados los hace ideal para la creación de productos que imiten las características de la carne animal, satisfaciendo tanto las necesidades nutricionales como las preferencias sensoriales de los consumidores.

La tecnología de alimentos desempeña un papel esencial en este desarrollo, ya que el desafío principal es lograr que la materia prima empleada en el desarrollo del producto simule la textura, el sabor y la apariencia de la carne. Las técnicas de procesamiento avanzadas permiten manipular las propiedades físicas y sensoriales de los germinados, mejorando su capacidad para formar una textura fibrosa que se asemeje a la carne, así como su sabor y color. El desarrollo de estos productos no solo responde a las demandas de un mercado en expansión, sino que también refleja un cambio hacia una alimentación más consciente y sostenible.

2.3. Formulación del problema

¿De qué manera influye las diferentes concentraciones de las semillas cocidas de quinoa y la harina de germinados de soya, en la composición nutricional, características sensoriales y costos de producción de la carne vegetal?

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

Elaborar la carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*).

2.4.2. *Objetivos específicos*

- Caracterizar mediante un análisis proximal las semillas cocidas de quinoa y la harina de los germinados de soya.
- Evaluar la concentración de las semillas cocidas de quinoa y la harina de germinados de soya, así como la aplicación de colorantes (zumo de remolacha, achiote) en la formulación de la carne vegetal, mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales.
- Realizar un análisis microbiológico y nutricional del mejor tratamiento obtenido de la carne vegetal.
- Calcular el costo de producción del mejor tratamiento de la carne vegetal a base de semillas cocidas de quinoa y harina de germinados de soya.

2.5. **Actividades y sistema de tareas con relación a los objetivos planteados**

Tabla 1

Actividades y sistema de tareas en la relación a los objetivos planteados.

Objetivos	<i>Actividad (Tareas)</i>	<i>Metodología</i>	<i>Resultado</i>
<i>Objetivo 1</i>			

<p>Caracterizar mediante un análisis proximal de las semillas de quinoa y la harina de los germinados de soya</p>	<p>Obtención de las muestras de semillas de quinoa y harina de germinados de soya.</p> <p>Análisis proximales de las muestras.</p>	<p>Aplicación de técnicas para análisis proximales. Quinoa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad total (AOAC/gravimétrico/AOAC 925.10) - Materia seca (Cálculo) - Proteína (AOAC/kjeldahl/AOAC 2001.11) - Grasa (AOAC/Goldfish/AOAC 920.39) - Fibra (AOAC/Gravimétrico/AOAC C 930.15) - Carbohidratos (Cálculo) <p>Harina de germinados de soya</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad total (AOAC/gravimétrico/AOAC 925.10) - Materia seca (Cálculo) - Proteína (AOAC/kjeldahl/AOAC 2001.11) - Grasa (AOAC/Goldfish/AOAC 920.39) 	<p>Se caracterizó las propiedades proximales de semillas de quinoa y harina de germinados de soya.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> - Fibra (AOAC/Gravimétrico/AOAC C 930.15) - Carbohidratos (Cálculo) 	
Objetivo 2			

<p>Evaluar la concentración de las semillas cocidas de quinoa y la harina de germinados de soya, así como la aplicación de colorantes (zumo de remolacha, achiote) en la formulación de la carne vegetal, mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales.</p>	<p>Establecer las formulaciones de la carne vegetal.</p> <p>Elaborar los tratamientos de la elaboración de la carne vegetal con sus respectivas réplicas.</p> <p>Análisis fisicoquímicos y sensoriales de los tratamientos de la carne vegetal.</p>	<p>Aplicación de técnicas de análisis fisicoquímicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proteína (AOAC/kjeldahl/AOAC 2001.11) - Grasa (AOAC/Goldfish/920.39) - Cenizas (AOAC/Gravimétrico/923.03) - Acidez (AOAC/Colorimétrico/943.02) - pH (AOAC/Colorimétrico/943.02) <p>Análisis sensoriales (color, olor, sabor, textura, aceptabilidad)</p>	<p>Se formuló los distintos tratamientos de la carne vegetal e identificación de los análisis fisicoquímicos y sensoriales.</p>
Objetivo 3			
<p>Realizar un análisis microbiológico y nutricional del mejor tratamiento obtenido de la carne vegetal.</p>	<p>Análisis de laboratorio para la recolección de datos.</p>	<p>Análisis microbiológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aerobios Mesofilos UFC/g (AOAC 9900.12) - Escherichia Coli UFC/g (NTE INEN 1529-13) <p>Análisis nutricional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proteína (AOAC/kjeldahl/AOAC 2001.11) - Grasa (AOAC/Goldfish/AOAC 920.39) - Carbohidratos (Calculo) - Fibra (AOAC/Gravimétrico/AOAC 930.15) 	<p>Resultado de los análisis microbiológico y nutricionales</p>
Objetivo 4			

<p>Calcular el costo de producción del mejor tratamiento de la carne vegetal a base de semillas de quinoa y harina de germinados de soya.</p>	<p>Recolectar los costos fijos y variables de las materias primas, procesos, empaques y mano de obra para calcular el costo total, así como unitario de producción.</p>	<p>Análisis de los costos directos e indirectos de la producción del mejor tratamiento.</p>	<p>Costo de producción total y unitario del mejor tratamiento obtenido de la carne vegetal.</p>
---	---	---	---

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.6. Fundamentación teórica

2.6.1. Antecedentes

Villarroel (2022) desarrolló una carne vegetal texturizada a partir de subproductos agroindustriales de lupino (*Lupinus mutabilis*) a nivel de laboratorio y semiindustrial. La proteína vegetal texturizada es un producto alimenticio análogo a la carne de origen animal, que presenta contenido nutricional, apariencia y textura similar a los productos cárnicos tradicionales. El texturizado de proteína se realizó mediante un proceso de extrusión. En primer lugar, se preparó la materia prima, harina desgrasada, para la extrusión. El desgrasado de la harina se realizó con solventes verdes que permitió obtener una torta residual desgrasada con alta cantidad de proteína. Una vez obtenida la harina desgrasada de lupino, fue acondicionada mediante humectación y regulación del pH, se utilizó una tecnología de extrusión de tornillo simple para el proceso de texturizado. Esta operación unitaria permitió el cambio de la estructura de la proteína para la elaboración del producto “carne vegetal”. La proteína texturizada es una alternativa para el consumo de carne roja y contribuye a una de las metas de las Naciones Unidas respecto a disminuir el consumo de carne de origen vacuno, animales que producen metano, gas causante del efecto invernadero.

Guitierres y Siche (2022) realizaron una revisión de los diferentes sustitutos de origen vegetal empleados para reducir grasa y carne en la producción de salchichas más saludable y con similares características organolépticas. Encontraron que los sustitutos son empleados en diferentes presentaciones tales como: fibra, gel, goma, harina y aceite, logrando mejorar el perfil lipídico del producto y por otra parte incluso reducir nitritos. Aún se debe perfeccionar

metodologías para el manejo de las propiedades nutricionales y sobre todo funcionales de los productos vegetales a emplear como sustitutos de algún ingrediente o insumo durante producción.

Crimarco, et al., (2022) evaluaron alternativas al consumo de carne, en el que participaron adultos sanos. Durante ocho semanas, consumieron al menos dos porciones diarias de productos cárnicos de origen vegetal, seguidas por otras ocho semanas con igual cantidad de carnes de origen animal. El análisis mediante modelos lineales de efectos mixtos reveló que solo 4 de los 92 biomarcadores analizados mostraron diferencias estadísticamente significativas. Se había anticipado que los productos vegetales generarían mejoras relativas en los biomarcadores relacionados con la inflamación.

Prudencio (2018) elaboró una carne a base de *Phaseolus vulgaris* (frijol rojo) y *Chenopodium quinoa* (quinua blanca) mediante el método de extrusión, trabajó con 6 muestras de las cuales seleccionó 3 con las siguientes formulaciones (muestra 354: 90% frijol rojo - 10% quinua 15% de humedad, muestra 832: 85% frijol rojo - 15% quinua - 15% de humedad, muestra 941: 85% frijol rojo – 10% quinua – 5% gluten – 15% de humedad). Las formulaciones, fueron sometidas a una prueba hedónica de categorización cualitativa (Friedman) en base a nueve escalas en una población vegetariana, donde los jueces clasificaron su percepción para cada una de las tres formulaciones. Analizó el valor nutricional de la muestra con mayor aceptabilidad (muestra 941), mediante un análisis proximal tuvo el mejor nivel de aceptación por parte de los jueces (n=36). Con respecto al valor nutricional de esta muestra determinó que el aporte de proteínas es de 17.9gr en 100gr de producto. La aceptabilidad en general es baja, a pesar de que la muestra 941 fue la de mayor agrado para los jueces, pero no llegó a superar el 50% de aprobación.

2.6.1.1. Marco Teórico

El Ecuador cuenta con una superficie de 256,370 km², es un país megadiverso en rico en flora y fauna, por su ubicación geográfica posee diversos ecosistemas y la presencia de taxones endémicos (Liria, 2022). Debido a lo cual nuestro país es estratégico para el sector agroindustrial, aportando para el desarrollo del país.

2.6.1.2. *Carne vegetal*

La denominación "carne vegetal" no figura en ninguna norma técnica ecuatoriana ni en el Codex Alimentarius; no obstante, el INIAP la describe como una pasta de color claro, con un sabor suave y agradable (Cedeño & Santana, 2020).



Es un producto que posee sabor, textura y apariencia a la carne animal, además provee al cuerpo varios nutrientes (vitaminas, minerales), esta carne es elaborada a base de elementos naturales no contiene grasas, ni contaminantes (Linares & Vega, 2023).


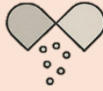
El consumo de carne vegetal en los países en desarrollo sigue incrementando y para el año 2050 se espera que aumente hasta un 73%, de acuerdo con la FAO (Ponte, 2023).

En la producción de alimentos de origen vegetal que buscan imitar productos cárnicos, se aplican diversas tecnologías especializadas para reproducir tanto su textura como sus características funcionales. La extrusión es una de las técnicas más utilizadas, ya que permite formar estructuras fibrosas similares a las del tejido muscular, brindando una textura comparable a la carne. El hilado genera fibras largas que imitan las de la carne de res, aunque presenta retos en la retención de agua y la longitud del producto final. La gelificación, por su parte, contribuye a mejorar la jugosidad mediante la formación de geles que capturan agua, aportando también estabilidad al producto, aunque puede dar como resultado una textura blanda. Finalmente, la encapsulación se usa para proteger compuestos sensibles y controlar la liberación de sabores, para mejora la calidad sensorial, aunque implica un proceso más complejo y costoso. (Mamani, 2024).

Ilustración 1

Tecnologías empleadas para la producción de productos de origen vegetal

 <p>Extrusión <i>Imita la textura muscular mediante estructuras fibrosas</i></p> <p><i>Logra una textura similar a la carne</i></p>	<p><i>Requiere equipos complejos y un consumo energético elevado</i></p>
 <p>Hilado <i>Forma fibras largas</i></p> <p><i>Textura fibrosa autentica</i></p>	<p><i>largas parecidas a las de res</i></p> <p><i>Dificultad para mantener la longitud y humedad</i></p>

	Gelificación Crea geles que la jugosidad retienen agua y mejoran
Aporta sensación en la boca y estabilidad	Puede generar textura blanda
	Encapsulación Protege ingredientes y controla la liberación de sabores y aromas

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

Las dietas basadas en alimentos de origen vegetal han demostrado ser efectivas en el tratamiento de enfermedades como la diabetes tipo 2, la obesidad y la hipertensión, además de ofrecer una protección significativa para la salud cardiovascular (Raj, et al., 2025).

1.1.1.1 Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Es una planta herbácea anual de rápido crecimiento, con hojas lanceolada y flores pequeñas que pueden variar de color. Posee una buena capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas (sequía, helada, salinidad del suelo, entre otras.) es una planta perenne, puede ser cultivada hasta 4 000 metros del nivel del mar, por lo general su periodo de crecimiento es de 90 a 240 días. También es reconocida a nivel mundial por no contener gluten, por ser rica en proteínas (16 a 23 %), grasa, aceite y almidón (Cayambe, 2024).

El pseudocereal es cultivado en Bolivia, Ecuador, Perú, Chile y Argentina; llega a medir 0,2 a 03,0 m de altura, tiene un tallo principal que puede estar ramificado, a su vez es circular en la zona cercana a su raíz y angular a la altura de las ramas y hojas (Guardianelli, 2022).

Tabla 2 Taxonomía de la quinoa

Reino	Vegetal
División	Feneógamas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Angiospermales
Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodia
Subsección	Cellulata
Especie	Chenopodium quinoa

Fuente: (Amancha, 2020)

En el grano se han identificado al menos 193 metabolitos secundarios tales como ácidos fenólicos, flavonoides, terpenoides, esteroides y compuestos que contienen nitrógeno; es una fuente excelente de proteínas, lípidos e hidratos de carbono; posee un alto contenido de carbohidratos (74 g/100 g de peso seco) del cual el 50 - 60% es almidón (20% amilosa y 80 %

amilopectina). Azúcares libres se encuentran en promedio 6,2 g/100 g, fibra bruta alrededor de 5 g/100 g y la fibra soluble 2,49 g/100 g. La proteína varía entre 8-22 g/100 g, lípidos en quinua (4,0-7,6 g/100 g) posee un bajo porcentaje de humedad, alrededor del 6,03%. Tiene casi todos los minerales en un nivel superior a otros cereales, su contenido de hierro es de 13,2 mg/100 g, magnesio (246,5 mg/100 g) además siendo rica en calcio, magnesio, hierro y fósforo (Campos, et al., 2022).

La quinua en grano que debe tener un color uniforme, estar libre de olores, ausencia de piedrecillas e insectos ya se enteros, por partes o larvas; su sabor puede ser dulce o amargo (NTE INEN 1673, 2013).

Tabla 3 Denominación del tamaño de los granos de quinua en función al diámetro promedio

Tamaño de los granos	Diámetro promedio de los granos (mm)	Malla
Extragrandes	> 2,0	Retenido en la ASTM 10
Grandes	2,0 – 1,70	Retenido en la ASTM 12
Medianos	1,70 - 1,40	Retenido en la ASTM 14
Pequeños	< 1,40	Pasa la ASTM 14

Fuente: (NTE INEN 1673, 2013)

2.6.1.3. Soya (*Glycine max*)

A nivel global, la soya comprende un 90% de la producción de semillas oleaginosas, puesto que, se pueden producir diversos productos comenzando desde la planta, como aceite, leche, brotes, nueces, edamame, harinas y tofu (Toomer, et al., 2023).

Es una leguminosa de origen asiático que posee un alto contenido de proteína (35-50 %) y aceite (15-25 %), lípidos (20%), energía (3.6 Mcal kg⁻¹), equilibrio de aminoácidos y fitoquímicos esenciales (Mera, et al., 2021) (Lee, et al., 2019). Asimismo, es de gran importancia para el suelo, debido a que le proporciona protección, y aporta nitrógeno (Choez, et al., 2022).

El cultivo de soya esta entre los diez de mayor importancia a nivel mundial, en el Ecuador se produce el 4% de la soya (Kuffo, et al., 2024), su consumo se acrecienta debido a su aporte nutricional en el ser humano y animales (Sauvu, et al., 2020).

El grano de soya está compuesto por un promedio de 36,5 % de proteínas; 20 % de lípidos; 30 % de hidratos; 9 % de fibra alimentaria; 8,5% de agua; y 5% de cenizas (Carrasco & Heredia, 2023).

La soya es una herbácea, erecta, anual, constituida por tallos ramificados, su altura va a depender de varios factores como las condiciones climáticas, tipo del suelo; sus flores forman racimos tanto axilares como terminales, su fruto es de doble sutura (2 a 7 cm de largo) con tres o cuatro semillas (Cieza, 2022). Es de origen asiático (China), se expandió por Asia, Europa y el continente americano (Villegas, 2022).

Tabla 4 *Taxonomía de la soya*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae (Leguminosas)
Sub-Familia	Faboideae
Género	Glycine
Especie	Glycine max

Fuente: (Mariño, 2024)

La composición media del grano es de 40% proteína, 20% de lípidos, 25% hidratos de carbono, 5% minerales y 10% agua, posee los ocho aminoácidos esenciales sin embargo tiene poca metionina (Vigo, 2022).

2.6.1.4. Germinados

Es el producto que se obtiene de la germinación de semillas o granos, los cuales son considerados como super alimentos, ricos en vitaminas, minerales, fósforo, además poseen un alto contenido de proteínas, potasio, antioxidantes, calcio, así como clorofila; los mismos que son esenciales para la nutrición del ser humano, pese a lo cual, durante el proceso de refinamiento para transformarlos en harinas y féculas desnaturalizadas pierden sus características esenciales (Arrieta, 2021).

Durante el proceso de germinación el embrión es la sección que germina, se multiplica el contenido de nutrientes y se favorece la digestibilidad; también se eliminan antinutrientes (Angulo, et al., 2023). El embrión se compone por tianina (50%), riboflavina (30%) y niacina (30%) del grano entero (Baltazar, 2024).

Los tipos de germinados son las semillas (lentejas, garbanzos, frijoles, alverjas, etc.), granos (arroz integral, trigo, amaranto, quinoa, avena, soya, entre otros), vegetales (rábanos, brócoli, betarraga, cebolla, etc.) y las semillas (almendras, alfalfa, calabaza, sésamo, girasol, entre otras) (Peñaranda, 2023).

Tabla 5 *Fases de germinación*

Etapa	Definición
Imbibición	Es el ingreso de agua al interior de la semilla y la hidratación de los tejidos de la semilla, es un proceso físico con una duración variable según la variedad y/o especie. Una vez que los tejidos se han hidratado, inician diversos procesos metabólicos, principalmente la producción de ATP y la actividad respiratoria que permiten continuar el proceso de germinación.
Germinación "sensu stricto"	Se produce un descenso en la absorción de agua por las semillas donde inicia la actividad enzimática (metabolismo respiratorio) y, de la misma manera, ocurre la translocación y asimilación de las reservas alimentarias para el mejor desarrollo de la plántula.
Crecimiento	Ocurre el aumento de la actividad metabólica, es decir, que el crecimiento y la división celular que incita la emergencia de la radícula y luego la plúmula, que implica un elevado gasto de energía, se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a crecer, así como la actividad respiratoria. Las líneas verticales representan la duración aproximada de cada fase de hidratación, donde las raíces crecen rápidamente para sostener la planta y absorben los nutrientes necesarios para el crecimiento.

Fuente: (Nina, 2021) **Elaborado por:** Autoras (Calo y Viteri; 2025)

Las plántulas germinadas pueden ser cosechadas entre 7 y 14 días posteriormente a la germinación, miden entre 2 a 5 cm de longitud (Peñaranda, 2023). La germinación no sucede en temperaturas extremas ya sean altas o bajas.

Los germinados de soya pueden duplicar la cantidad de las vitaminas del complejo B (B1, piridoxina, biotina), mientras que en la quinua se incrementa el ácido g-aminobutírico. La germinación la palatabilidad, digestibilidad y la disponibilidad de ciertos nutrientes a mas que es un procedimiento de bajo costo. Además, mejora las propiedades fisicoquímicas de la harina resultante reflejadas en las propiedades nutricionales y tecnofuncionales de sus harinas obtenidas (Castillo, 2021).

2.6.1.4.1 *Aporte nutricional del germinado de soya*

Los germinados de soya incrementan su composición nutricional de los valores que tenía antes de germinar; el germinado contiene proteína ($38,73 \pm 0,97$ g/100g), hierro ($6,96 \pm 1,43$ mg/100g), calcio ($211,98 \pm 20,93$ mg/100 g), 26% de β -glucósidos, 72,9 % de malonil glucósidos y 1,2 % de agliconas lo que contribuye a su poder antioxidante (Castro & Chia, 2021).

2.6.1.5. Factores que afectan la germinación

Existen varios factores que afectan a la germinación de la semilla o el grano que se busca germinar.

Tabla 6 Factores que afectan la germinación

Factor	Definición
Agua	La cantidad requerida depende de la composición química y de la permeabilidad de la cubierta que tenga la especie, además las características del embrión el agua permite que el embrión rompa su estado de latencia y pasé a otro como metabolismo activo promoviendo la emergencia de la retícula o en el caso de especies,
Temperatura	Su importancia radica en que la actuación de las enzimas que participan en la multitud de reacciones metabólicas a que se producen depende de la temperatura del medio,
Oxígeno	Mediante este elemento químico la semilla puede obtener energía para la multitud de reacciones metabólicas en las que se ve inmersa. La mayoría de las semillas germinan en torno a un 21% de oxígeno, sólo las especies de medios encharcados, pantanosos o acuáticas logran hacerlo con valores inferiores.

Fuente: (Álvarez, 2021)

2.6.1.6. Harinas

Es el resultado de la molienda o trituración de granos o semillas que se caracteriza por ser de una granulometría fina, no debe tener aromas ni sabores extraños o impurezas, que puedan ocasionar un daño al consumidor. Las harinas más proteicas aportan una mayor proporción de gluten y una masa más fuerte (Guillermo & Paredes, 2022).

2.6.1.7. Zumos

Los zumos naturales se han convertido en una opción popular para dar color a los alimentos de forma saludable. Gracias a los pigmentos presentes en frutas y verduras, como las

antocianinas, carotenos o la clorofila, es posible obtener una amplia gama de tonalidades sin recurrir a aditivos artificiales (Chimbolema, 2021).

Diversos estudios indican que la respuesta visual al color representa entre el 60% y el 90% de la decisión de aceptación o rechazo del alimento, lo que subraya la relevancia estratégica de estos aditivos en el desarrollo y posicionamiento de productos dentro del sector alimentario (Hidalgo, 2022).

Los pigmentos naturales han sido empleados desde tiempos antiguos y provienen de diversas fuentes como plantas, animales y minerales. Entre los recursos vegetales destacan raíces, frutos, hojas y cortezas que aportan una gran variedad cromática (Pozo, et al., 2024). Las plantas, especies como la Indigofera producen azules vibrantes, mientras que otras como la *Rubia tinctorum* aportan rojos y naranjas, la remolacha proporciona un rojo intenso ideal para repostería y bebidas. Además de su función como colorante, estos zumos conservan propiedades nutricionales, lo que los convierte en una alternativa natural, segura y nutritiva, especialmente valorada en la elaboración de productos caseros, infantiles y orgánicos (Cayambe, 2023). Estos colorantes han sido documentados en investigaciones recientes, mostrando la riqueza y diversidad de fuentes naturales utilizadas tradicionalmente para teñir y pigmentar.

2.6.1.7.1 Remolacha

La remolacha roja (*Beta vulgaris L.*) destaca por su alto contenido de betalaínas, polifenoles y nitratos. Estos últimos son especialmente reconocidos por su capacidad para reducir la presión arterial, y también se ha observado que podrían influir positivamente en la movilidad del tracto gastrointestinal. (Wang, et al., 2023).

Las betalaínas se clasifican en dos tipos: las betacianinas, que dan el tono rojizo, y las betaxantinas, responsables de colores amarillos. Además de su función como colorantes, estos compuestos aportan efectos positivos para la salud, ya que poseen propiedades antioxidantes y anticancerígenas, ayudando a prevenir enfermedades asociadas al envejecimiento. (Boscán & Pérez, 2023).

La betalaína y betaína, contribuyen significativamente al buen funcionamiento del hígado, favoreciendo el metabolismo de las grasas y, por ende, la salud hepática. También sobresale por su potente acción antioxidante, su potencial anticancerígeno y su efecto depurativo, lo cual ayuda tanto en la prevención como en el control de la anemia. (Arias, et al., 2024).

El zumo de remolacha se reconoce como un suplemento ergonutricional respaldado por sólidos fundamentos científicos. Su riqueza en nitrato inorgánico, que en el organismo se transforma en óxido nítrico, le otorga diversas funciones fisiológicas. Entre ellas se incluyen la mejora del flujo sanguíneo, la vasodilatación, el aumento de la circulación muscular, así como un impacto positivo en la función de las fibras musculares tipo II, lo que puede traducirse en una mayor capacidad de generación de fuerza muscular. (Cuenca, 2020).

2.6.1.7.2 Achiote

Bixa orellana L. (Bixaceae) conocida popularmente como achiote, es un colorante natural considerado seguro, ya que no presenta toxicidad ni al ser ingerido ni al aplicarse sobre la piel. Además, destaca por su resistencia a compuestos químicos, lo que permite su uso como colorante en una amplia variedad de alimentos y bebidas. (Shiguango, 2020).

Los componentes químicos presentes en este pigmento se encuentran la bixina, que constituye más del 80 % de los carotenoides solubles en grasa. También se hallan la norbixina y el norbixinato, cuyos niveles varían de acuerdo con el grado de maduración de las semillas. La bixina es la encargada de aportar el tono rojizo, mientras que la norbixina genera una coloración amarilla. (Aluko, 2024).

2.7. Marco conceptual

- **Achiote:** Conocida como achiote, conocida popularmente como achiote, su uso como colorante en una amplia variedad de alimentos y bebidas. (Shiguango, 2020).
- **Colorante:** Son compuestos capaces de impregnar de color a los alimentos, ya sea para mejorar su apariencia, compensar la pérdida de color o añadir color a alimentos que de otro modo serían incoloros (Hidalgo, 2022).
- **Conservante:** Son agentes que se utilizan para mantener los alimentos durante periodos prolongados de almacenamiento, cuyos niveles aprobados son regulados por muchas agencias internacionales de alimentos en todo el mundo para garantizar productos seguros y saludables (Jaramillo, 2022).
Conservante son sustancia que evita el deterioro de los alimentos (inhibe el crecimiento microbiano y extiende la vida útil de los alimentos) (Jaramillo, 2022).
- **Embrión:** Es la sección que germina, se multiplica el contenido de nutrientes y se favorece la digestibilidad; también se eliminan antinutrientes (Angulo, et al., 2023).

- **Goma guar:** Es un polisacárido de almacenamiento de galactomanano derivado de las semillas de la planta guar. Es conocida por su capacidad de hidratarse fácilmente en agua fría, formando una solución altamente viscosa, y se utiliza comúnmente como espesante y estabilizador económico en diversos productos alimenticios (Castañeda, et al., 2020).
- **Germinados:** Son alimentos vivos y frescos con grandes cantidades de enzimas, minerales, oligoelementos y vitaminas, por lo que son considerados como super alimentos (Arrieta, 2021).
- **Harina:** Es el resultado de la molienda o trituración de granos o semillas que se caracteriza por ser de una granulometría fina, no debe tener aromas ni sabores extraños o impurezas, que puedan ocasionar un daño al consumidor (Guillermo & Paredes, 2022).
- **Humo líquido:** En un derivado acuoso de la madera, se utiliza para impartir un sabor ahumado sin desecar los productos. Los elementos presentes en el humo líquido interactúan con las proteínas de la carne cuando se expone al calor, produciendo las cualidades distintivas del ahumado, tales como su color, aroma y sabor únicos, así como también una acción antimicrobiana (Jácome, 2021).
- **Remolacha:** Su raíz es profunda, grande y carnosa; se puede utilizar como un colorante natural debido a sus pigmentos llamados betanina, que producen tonos rojos, rosados y púrpuras (Cuenca, 2020).

2.8. Metodología del proyecto de investigación

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la carrera de Agroindustria, para el desarrollo de la metodología del presente proyecto fueron seleccionados los tipos de investigación y técnicas, para manipular las variables y analizar los datos recolectados, explicando los hechos de la experimentación realizada.

2.8.1. Tipos de investigación

2.8.1.1. Investigación documental

Es un método que permite acceder a un conocimiento y entendimiento más profundo sobre un tema específico a través de la compilación y análisis de la información de diversas fuentes confiables, como libros, artículos científicos, tesis, entre otros; proporciona una base sólida para desarrollar nuevas investigaciones (Pérez, 2022).

La elaboración de carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*), se fundamenta en la investigación bibliográfica exhaustiva en fuentes confiables y datos previamente publicados por otros investigadores, que permitió obtener información relevante, incrementando la fiabilidad y validez científica de los resultados, facilitando el desarrollo de una base teórica sólida.

2.8.1.2. Investigación descriptiva

Recopila datos y analiza para proporcionar una descripción precisa y completa del fenómeno o situación estudiados, con la finalidad de identificar patrones y tendencias, y explorar relaciones entre variables (Vásquez, et al., 2023).

Este enfoque favoreció la recopilación detallada de todo el proceso de la elaboración de la carne vegetal a base de semillas de quinoa y harina de germinados de soya, permitiendo identificar las variables que permitió obtener datos empíricos que facilitaron la selección de información obtenida con la finalidad de mejorar su calidad.

2.8.1.3. Investigación cualitativa

Esta investigación tiene como propósito la comprensión y el análisis de los fenómenos estudiados desde una perspectiva más profunda y subjetiva, para obtener una visión general permitiendo explorar y explicar porque han ocurrido (García, 2023).

La investigación cualitativa facilitó conocer de manera directa lo que piensa los catadores sobre la carne vegetal a través de degustaciones se descubrieron sus gustos, expectativas y posibles dudas frente al producto; esta información permitió identificar el mejor tratamiento de la investigación realizada sobre la carne vegetal.

2.8.1.4. Investigación experimental

La investigación experimental se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente (variable causal) y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente, la misma que es medida dos veces antes y después de la intervención (pre y posttest) (Ramos, 2021).

Facilitó la evaluación del comportamiento de diferentes formulaciones en la elaboración de la carne vegetal a base de harina de germinados de soya y semillas de quinoa, mediante la modificación controlada de las variables independientes fue posible analizar sus efectos sobre

las variables dependientes, de esta manera se identificó el tratamiento óptimo de acuerdo con los requerimientos del contenido de proteína, pH, grasa, ceniza y acidez.

2.8.1.5. Investigación cuantitativa

Esta investigación tiene como finalidad indagar en la perspectiva para establecer algún conocimiento, que puede ser verificado, ordenado y sistematizado, encontrando una causalidad a la problemática, respondiendo ¿Cómo?, ¿Cuánto?, ¿Hasta qué punto?, ¿Hay alguna relación?, entre otras. (Yucra & Bernedo, 2020) (Calle, 2023).

Permitió medir de manera precisa las variables involucradas en el proceso, obteniendo datos objetivos mediante experimentos controlados, análisis fisicoquímicos y degustación, lo cual facilitó evaluar y comparar los diferentes tratamientos; con el propósito de mejorar la calidad del producto final, garantizando que cumpla con los estándares deseados tanto en términos de nutrición como de aceptación por parte del consumidor.

2.8.2. Técnicas de investigación

2.8.2.1. Observación

Tiene el propósito de observar atentamente el fenómeno estudiado para obtener la información necesaria y registrarla de manera sistemática (Sánchez, et al., 2021).

La técnica se empleó para registrar de manera directa los cambios que se den en los diferentes tratamientos, además, facilita el ajuste de parámetros en tiempo real, mejorando la eficiencia del desarrollo del alimento.

2.8.2.2. Encuesta

La encuesta son métodos de investigación y recopilación de datos utilizadas para obtener información de personas sobre diversos temas. (Sánchez, et al., 2021).

Esta técnica se utilizó para los análisis sensoriales de los doce tratamientos de la carne vegetal, facilitando la identificación de errores y repetir el tratamiento exitoso, además, contribuyó a una mayor precisión y consistencia en los resultados.

El instrumento que se utilizó es el cuestionario elaborado en las hojas de catación.

2.8.3. Evaluación sensorial

Es una metodología que evalúa cómo responden las personas a distintos estímulos presentes en los alimentos, procurando reducir al máximo los posibles sesgos relacionados con la identidad

del producto u otros factores que puedan influir en la percepción del consumidor. Elementos como el color, por ejemplo, pueden modificar la manera en que se perciben otras características sensoriales, como el olor o el sabor. (Severiano, 2021).

Las personas que evaluaron los doce tratamientos de la carne vegetal a base de harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa usaron una tabla de cataciones en la cual fueron evaluando cada del 1 al 5. Las muestras fueron presentadas en pequeñas porciones en platos.

2.8.4. Materias primas, insumos y equipos

Los equipos, materiales y materia prima que se emplearon en el presente proyecto de investigación fueron seleccionados meticulosamente, con la finalidad de garantizar un proceso eficiente, las mismas que se detallan a continuación:

2.8.4.1. Equipos

- Balanza digital
- Deshidratador
- Congelador
- Procesador
- Molino

2.8.4.2. Materiales

- Bandejas plásticas
- Bowls de acero inoxidable
- Cuchillos
- Limpiones
- Tabla de picar

2.8.4.3. Materia prima

- Semillas de soya

- Semillas de quinoa
- Remolacha
- Achiote
- Sal
- Condimentos
- Humo líquido
- Goma guar
- Aceite vegetal
- Agua
- Refrito
- Conservante (benzoato de sodio)

2.8.5. Procedimiento de obtención de la harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa.

2.8.5.1. Extracción de zumos:

La remolacha fue lavada y troceada, posteriormente se la rallo para liberar el zumo rico en pigmentos como la betanina, se la preno para liberar el zumo y se lo filtro para eliminar cualquiera impureza. El achiote fue extraído con agua caliente para liberar sus pigmentos una vez que se obtuvo la coloración se procedió a filtrar y se obtuvo el zumo.

2.8.5.2. Recepción

Las semillas de quinoa se adquirieron en la provincia de Pichincha en la ciudad de Quito mientras que las semillas de soya fueron en el Guayas en la ciudad de Guayaquil. Se pesó cada lote de las semillas revisándolas visualmente, con el propósito de verificar su estado; se usó una lupa para detectar posibles daños u hongos y eliminar impurezas, plagas o semillas en mal estado del lote. Además, se registró la fecha, cantidad y se almacenaron temporalmente en bolsas de polipropileno de cierre hermético, respectivamente cada muestra fue etiquetada con la información del tipo de semilla, así como su cantidad, para los procedimientos posteriores.

Ilustración 2 Recepción de las semillas



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.5.3. *Desinfección de las semillas*

Las semillas fueron lavadas con agua destilada para eliminar partículas superficiales y suciedad. Posteriormente, se sometieron a un proceso de desinfección mediante una solución de hipoclorito de sodio al 0,1 %, con el propósito de eliminar agentes contaminantes y microorganismos presentes en la superficie. Finalmente, se enjuagaron minuciosamente con abundante agua destilada, con la finalidad de remover cualquier residuo del desinfectante y evitar posibles efectos adversos en etapas posteriores de la investigación.

2.8.5.4. *Imbibición*

Para facilitar la germinación y mejorar la biodisponibilidad de nutrientes de la soya (*Glycine max*) fueron sometidas a un proceso de remojo. Este consistió en colocarlas en agua potable a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) durante 24 horas, en un lugar oscuro, con el fin de ablandar la cubierta seminal y activar procesos metabólicos iniciales. El remojo también contribuye a la eliminación de ciertos inhibidores enzimáticos, favoreciendo así su posterior germinación y consumo (Martin & Giner, 2024). Finalmente, se las escurrió.

Ilustración 3 *Imbibición de las semillas de soya*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.6. Germinación

Las semillas escurridas de la soya se esparcieron en una capa delgada en bandejas de plástico sobre filtros de papel. Luego se sellaron las bandejas, rotulándolas de manera adecuada cada una de ellas, colocándolas en un lugar oscuro, y revisamos los semilleros cada 6 horas con la finalidad de verificar que las semillas se encuentren húmedas, para un crecimiento óptimo, las semillas de soya germinaron 48 H.

Ilustración 4 Germinación de las semillas de soya



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.6.1. Deshidratación

Las semillas germinadas fueron sometidas a 50 °C en un deshidratador con circulación forzada de aire por 24 horas. Con la finalidad de eliminar la mayor cantidad de agua posible.

Ilustración 5 Deshidratación de la soya



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.6.2. *Molido*

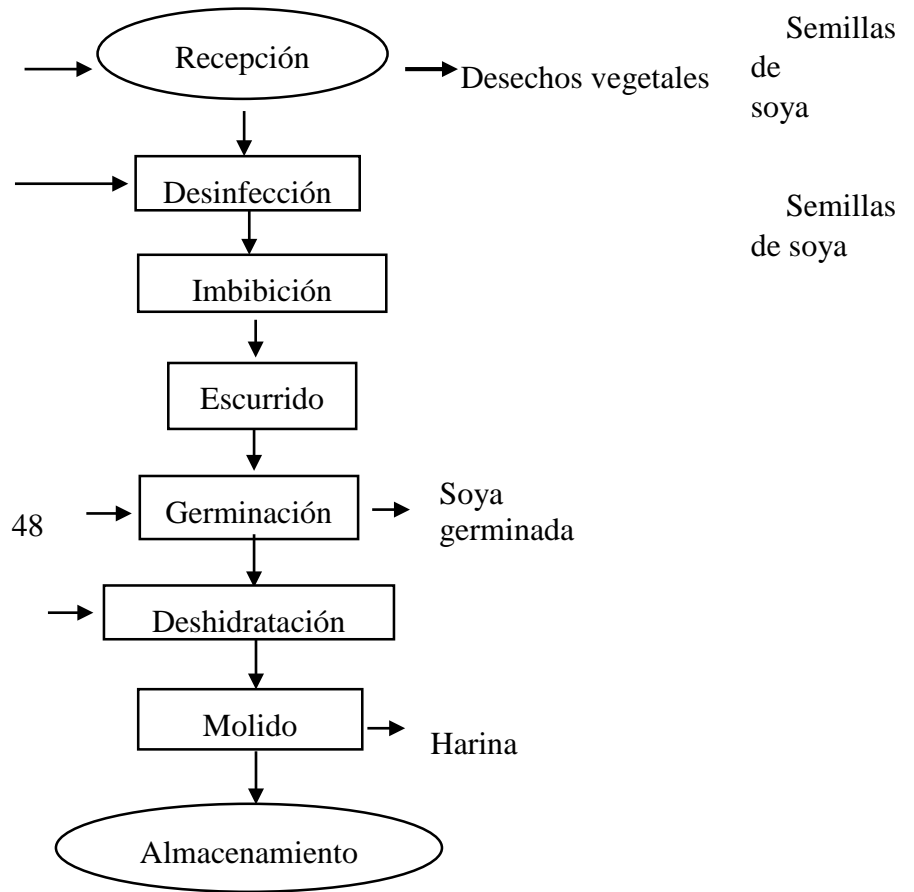
Los germinados deshidratados a diferentes temperaturas fueron pulverizados con el uso de un molino, posteriormente se tamizó para eliminar impurezas en la harina.

Ilustración 6 *Molido de los granos germinados y tamizado de la harina de soya*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.7. *Diagrama de flujo de la harina de germinados de soya*



Hipoclorito de sodio
0,1 % Agua destilada

50 °C 24 H

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.8. Adecuamiento de los granos de quinoa

2.8.8.1. Desaponificado

Se remojo las semillas de quinoa en agua a temperatura ambiente durante un periodo de 6 horas, lo cual facilitó la hidrólisis de las saponinas y su liberación en el agua. Posteriormente, las semillas fueron sometidas a un lavado exhaustivo con agua tibia y frotándolas para la remoción de las saponinas disueltas y la eliminación de las que se encontraban adheridas a la superficie de la semilla.

Ilustración 7 De saponificado de las semillas de quinoa



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.8.2. Cocción

Finalmente, las semillas de quinoa desaponificadas fueron sometidas a cocción durante 1 hora, cada 20 minutos se cambió el agua, posteriormente fueron secadas para evitar la proliferación microbiana y mantener la calidad del grano. Este proceso no solo mejora la palatabilidad de la quinoa, sino que también incrementa la biodisponibilidad de los nutrientes al reducir los compuestos anti nutricionales que interfieren con la absorción de minerales y proteínas.

Ilustración 8 Cocción de la quinoa



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.8.3. *Escurreido*

La quinua fue escurrida para eliminar el exceso de agua absorbida durante la cocción. Este procedimiento fue crucial, ya que un mal escurrido puede afectar la consistencia del producto final. El grano fue colocado en un colador de malla fina, permitiendo que el líquido sobrante se drene completamente, para ello se la dejó reposar unos minutos en el colador y, si es necesario, dar ligeros movimientos para facilitar el drenaje.

Ilustración 9 *Escurreido de la quinua*

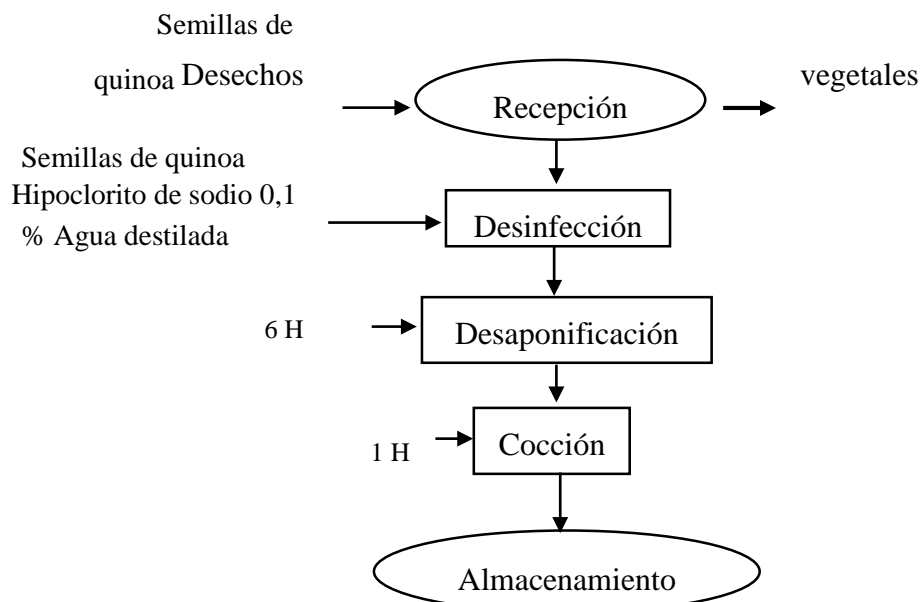


Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.8.4. *Almacenamiento*

La harina de soya fue adecuada en bolsas de doble cierre Ziploc, las semillas cocidas de quinua fueron colocadas en un topper, se rotuló y finalmente se almacenó en un lugar seco para sus posteriores análisis.

2.8.9. *Diagrama de flujo de la adecuación de las semillas cocidas de quinua.*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.9.1. *Métodos para la caracterización de la harina de los germinados de soya*

Para la caracterización de la harina de los germinados de soya, se tomaron 50 gramos de muestra, las cuales fueron rotuladas para respaldar su identificación y trazabilidad durante el procedimiento analítico. Estas muestras fueron trasladadas en un ambiente seco, libre de contaminantes y protegido de factores externos, con el fin de preservar su integridad y evitar cualquier alteración física, química o microbiológica. Posteriormente, se realizó un análisis proximal que incluyó la determinación de la humedad total, esencial para evaluar la estabilidad del producto y su predisposición al desarrollo de microorganismos; la materia seca representa el contenido sólido total; la proteína es un indicativo fundamental de su calidad nutricional; fibra determina la funcionalidad digestiva; grasa, contribuye en el aporte energético y la textura; y carbohidratos, indica los carbohidratos no fibrosos disponibles. Además de eso, se realizó una evaluación sensorial, en el cual se evaluó el color, el cual debe ser uniforme y característico; el olor, que debe ser fresco y libre de olores extraños; y el sabor es importante para la aceptación por parte del consumidor. La referencia de los métodos de los análisis proximales de las harinas de soya se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7

Referencia de los métodos de los análisis proximales de las harinas de germinados de soya.

Parámetro	UM	Método / norma
Humedad total	%	AOAC/Gravimétrico/AOAC 925,10
Materia seca	%	Cálculo
Proteína	%	AOAC/Kjeldahl/AOAC 2001,11
Grasa	%	AOAC/Goldfish/AOAC 920,39
Fibra	%	AOAC/Gravimétrico/AOAC 930,15
Carbohidratos	%	Cálculo

Elaborado: Autoras (Calo y Viteri; 2025) **Fuente:** (Setlab, 2025)

2.8.9.2. *Formulación de la carne vegetal a distintas concentraciones de semillas de quinoa y harina de germinados de soya.*

La tabla 8 presenta la formulación de los tratamientos para la producción de la carne vegetal, en la cual se especifican las cantidades en gramos de los componentes principales, como las bases proteicas (semillas cocidas de quinoa y harina de germinados de soya), zumos vegetales sal, condimentos, goma guar, agua, aceite vegetal, humo líquido que contribuyen a mejorar la consistencia y el perfil nutricional. Esta formulación busca no solo ofrecer un

producto nutricionalmente completo, sino también atractivo en términos de sabor y textura, garantizando así una alternativa saludable y sostenible para los consumidores.

Tabla 8

Formulación de los tratamientos de la carne vegetal a base de semillas cocidas de quinoa y harina de germinados de soya.

	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
<i>Harina de soya</i>	75	38,936	75	39,345	50	25,957	50	26,230	25	12,978	25	13,115
<i>Semillas de quinoa</i>	25	12,978	25	13,115	50	25,957	50	26,230	75	38,936	75	39,345
<i>Zumo de remolacha</i>	3	1,557	0	0	3	1,557	0	0	3	1,557	0	0
<i>Achiote</i>	0	0	1	0,524	0	0	1	0,524	0	0	1	0,524
<i>Sal</i>	5	2,595	5	2,623	5	2,595	5	2,623	5	2,595	5	2,623
<i>Condimentos</i>	12	6,229	12	6,295	12	6,229	12	6,295	12	6,229	12	6,295
<i>Humo líquido</i>	1	0,519	1	0,524	1	0,519	1	0,524	1	0,519	1	0,524
<i>Goma guar</i>	5	2,595	5	2,623	5	2,595	5	2,623	5	2,595	5	2,623
<i>Aceite vegetal</i>	2	1,038	2	1,049	2	1,038	2	1,049	2	1,038	2	1,049
<i>Agua</i>	60	31,149	60	31,476	60	31,149	60	31,476	60	31,149	60	31,476
<i>Refrito</i>	4,5	2,336	4,5	2,360	4,5	2,336	4,5	2,360	4,5	2,336	4,5	2,360

<i>Conservante</i>	0,12	0,062	0,12	0,062	0,12	0,062	0,12	0,062	0,12	0,062	0,12	0,062
<i>Total</i>	192,6	100	190,6	100	192,6	192,6	190,6	100	192,6	100	190,6	100

Condimentos: Ajo, cebolla y comino en polvo

Refrito (cebolla paiteña colorada, cebolla blanca, cilantro, mantequilla sin sal, maggi) Cs: Conservante (benzoato) **Elaborado**

por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

Procedimiento de la elaboración de la carne vegetal

2.8.9.2.1 *Recepción*

Se pesó las cantidades establecidas en la formulación que se detalla en la tabla 6, además verificamos que las harinas estén libres de impurezas. El agua es esencial para hidratar las harinas, y el aceite mejora la textura, aportando jugosidad a la carne vegetal. La sal, los condimentos, goma guar (actúa como aglutinante y mejora la textura) y los zumos naturales.

2.8.9.2.2 *Mezclado*

Se mezcló la harina de los germinados de soya, así como las semillas de quinoa con la goma guar, con la finalidad de obtener una mezcla homogénea para evitar la formación de grumos y asegurar una textura uniforme en el producto final. Posteriormente agregamos el agua lentamente a la mezcla de ingredientes secos, mientras mezclamos constantemente, para formar una masa densa, incorporamos el aceite vegetal, amasamos hasta obtener una textura uniforme y ligeramente pegajosa, lo que indica que los ingredientes han comenzado a formar una masa cohesiva. Añadimos la sal con los condimentos que aportaron el sabor deseado, el colorante, humo líquido el refrito y el conservante; seguimos amasando hasta que obtuvimos una masa con una tonalidad homogénea.

Ilustración 10 *Mezclado de la materia prima*



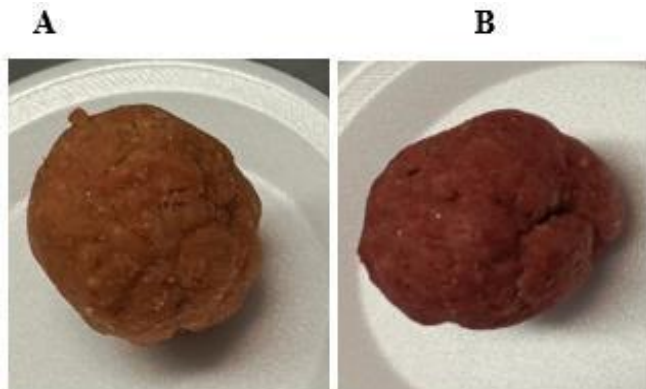
Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.9.2.3 *Reposo*

Se dejó reposar las masas de los diferentes tratamientos durante 20 minutos a temperatura ambiente; este tiempo permitió mejorar la cohesión de la masa, además se hizo más fácil de manejar.

Ilustración 11

Reposo de las masas A: con zumo de achiote y B: con zumo de remolacha



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.9.2.4 *Formado*

Se dividió la masa en pequeñas porciones, de acuerdo con el tamaño y grosor que se desea obtener por cada pieza de carne.

Ilustración 12 *Formado de la carne de acuerdo con su tratamiento*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.9.2.5 *Freír*

Se calentó el sartén a fuego medio, añadimos un aceite vegetal hasta alcanzar la temperatura de 160 °C, se colocó las piezas formadas en la sartén, las cuales fueron de un peso de 26 gr cocinamos durante 5 minutos. La temperatura interna de la carne vegetal alcanzó los 75°C para asegurar que esté completamente cocida.

Ilustración 13 *Sofrito de las carnes vegetales de acuerdo con su tratamiento*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.9.2.6 Enfriamiento

Después de la cocción, se dejó enfriar las piezas de carne vegetal a temperatura ambiente durante 15 minutos, con la finalidad de mantener su forma y textura al ser manipuladas.

2.8.9.2.7 Empaquetado

Se colocó las piezas de carne vegetal luego en bolsas de polipropileno luego se realizó un empaque al vacío.

2.8.9.2.8 Almacenamiento

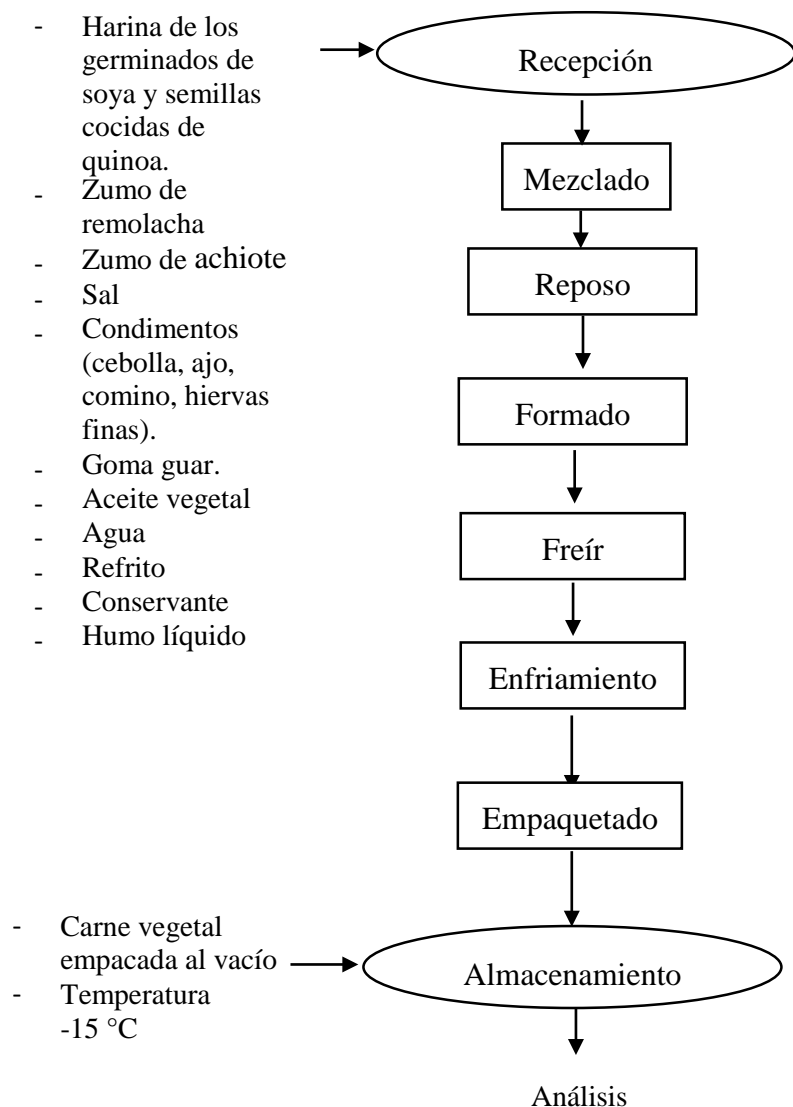
Se almaceno las carnes a una temperatura -15 °C para conservar el producto final.

Ilustración 14 Carne vegetal empacada al vacío



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.9.3. Diagrama de flujo de la carne vegetal a base de harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa.



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.8.9.4. Metodología para análisis físico químico, sensorial, nutricional y microbiológico de la carne vegetal.

Con la finalidad de evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales, nutricionales y microbiológicas del mejor tratamiento que presentó mejores resultados durante el desarrollo experimental, se envió la muestra al laboratorio Setlab (2025) para su análisis. Las determinaciones fueron realizadas siguiendo métodos normalizados y reconocidos por la AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales), lo cual garantiza la confiabilidad y validez de los datos obtenidos.

La tabla 9 presenta los parámetros empleados para la humedad total, materia seca, proteína, fibra, grasa, ceniza, carbohidratos), algunos valores fueron obtenidos mediante

cálculo a partir de otros resultados analíticos. y características sensoriales como color, olor y sabor.

Tabla 9 *Análisis fisicoquímicos, sensoriales y nutricionales del mejor tratamiento*

Parámetro	UM	Método / norma
Humedad total	%	AOAC/Gravimétrico/AOAC 925,10
Materia seca	%	Cálculo
Proteína	%	AOAC/Kjeldahl/AOAC 2001,11
Fibra	%	AOAC/Gravimétrico/AOAC 930,15
Grasa	%	AOAC/Goldfish/AOAC 920,39
Ceniza	%	AOAC/Gravimétrico/AOAC 923,03
Carbohidratos	%	Cálculo

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025) **Fuente:** (Laboratorio Setlab, 2025)

La Tabla 10 muestra los resultados correspondientes al análisis microbiológico del mejor tratamiento. Se evaluaron parámetros clave como el recuento de aerobios mesófilos y la presencia de *Escherichia coli*, ambos expresados en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g). Cada parámetro fue analizado conforme a métodos oficiales establecidos, lo que permite valorar la calidad microbiológica del producto y su aptitud para el consumo.

Tabla 10 *Análisis microbiológicos del mejor tratamiento*

Parámetro/ unidad	UM	Método / norma
Aerobios Mesófilos	UFC/g	AOAC 990,12
<i>E. coli</i>	UFC/g	NTE INEN 1529-13

Elaborado: Autoras (Calo y Viteri; 2025) **Fuente:** (Laboratorio Setlab, 2025)

2.8.9.5. Costo de producción del mejor tratamiento de la carne vegetal a base de quinoa y harina de germinados de soya.

Se identificaron todos los insumos necesarios para la producción, detallando las materias primas, registramos su precio por unidad y la cantidad requerida en la formulación del producto. Los costos fueron divididos en directos e indirectos. Los costos directos comprendieron los insumos específicos mencionados anteriormente, mientras que los costos indirectos abarcaron aquellos relacionados con el proceso de producción.

Se sumaron todos los costos directos e indirectos para obtener el costo total de producción (C.T.). El costo unitario se calculó mediante la división del costo total para las unidades producidas, este cálculo permitió conocer el costo específico de producción de cada unidad del producto, lo cual es fundamental para la fijación de precios y la competitividad en el mercado.

2.9. Preguntas científicas o hipótesis

2.9.1. Hipótesis nula

Ho: Las concentraciones de las semillas cocidas de quinoa, la harina de los germinados de soya, el colorante (zumo de remolacha y achiote) no afectan las características sensoriales, fisicoquímicas de la carne vegetal.

2.9.2. Hipótesis alternativa

H1: Las concentraciones de las semillas cocidas de quinoa, la harina de los germinados de soya, el colorante (zumo de remolacha y achiote) afectan las características sensoriales, fisicoquímicas de la carne vegetal.

2.9.3. Validación de las hipótesis

Tras el análisis estadístico correspondiente, se determinó que las variaciones en las concentraciones de semillas cocidas de quinoa, la harina de germinados de soya, colorante (zumo de remolacha y achiote) generan efectos significativos sobre las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de la carne vegetal. En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alternativa (H_1), lo que confirma que dichos ingredientes no solo intervienen en la composición del producto, sino que modifican directamente su aceptabilidad sensorial y comportamiento fisicoquímico. Este resultado valida la influencia funcional y tecnológica de estos insumos en el desarrollo de productos cárnicos alternativos, lo cual resulta relevante para el diseño de matrices alimentarias basadas en proteínas vegetales.

2.10. Diseño experimental

En el presente estudio se usó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), estructurado bajo un esquema factorial $A \times B$, con la finalidad de evaluar el efecto combinado del factor A (Relación de la harina de germinados de soya y semillas quinoa), con el factor B colorante (zumo) sobre las variables dependientes.

Este enfoque permitió analizar de manera integral tanto los efectos individuales de cada factor como su interacción. En total, se establecieron seis tratamientos experimentales con dos réplicas, resultado de las combinaciones posibles entre los niveles de cada uno de los factores considerados. La distribución aleatoria de los tratamientos dentro de cada bloque tuvo como finalidad minimizar la influencia de variables externas no controladas, garantizando así una mayor precisión en los resultados obtenidos.

2.10.1. Factores de estudio

Factor A: Relación de la harina de germinados de soya y semillas cocidas de

quinoa **a₁**: Harina de germinados de soya 75 g + semillas cocidas de quinoa 25 g

a₂: Harina de germinados de soya 50 g + semillas cocidas de quinoa 50 g **a₃**: Harina de germinados de soya 25 g + semillas cocidas de quinoa 75 g

Factor B: Colorantes (zumos)

b₁: Remolacha (3 g) **b₂**:

Achiote (1 g)

La Tabla 11 presenta la matriz experimental usada en el desarrollo de este proyecto de investigación, en la cual se establecieron seis tratamientos distintos como resultado de la combinación de dos factores: la proporción entre harina de germinados de soya y semillas de quinoa (factor A), y el tipo de zumo empleado (factor B). Cada tratamiento fue replicado dos veces, lo que permitió obtener un total de doce unidades experimentales.

Tabla 11 Matriz experimental de estudio

Réplica	Tratamiento	Descripción
I	t1 = a1b1	Harina de germinados de soya (75 g), semillas cocidas de quinoa (25 g) + zumo de remolacha (3 g)
	t2 = a1b2	Harina de germinados de soya (75 g), semillas cocidas de quinoa (25 g) + achiote (1 g)
	t3 = a2b1	Harina de germinados de soya (50 g), semillas cocidas de quinoa (50 g) + zumo de remolacha (3 g)
	t4 = a2b2	Harina de germinados de soya (50 g), semillas cocidas de quinoa (50 g) + achiote (1 g)
	t5 = a3b1	Harina de germinados de soya (25 g), semillas cocidas de quinoa (75 g) + zumo de remolacha (5 g)
	t6 = a3b2	Harina de germinados de soya (25 g), semillas cocidas de quinoa (75 g) + achiote (1 g)
II	t7 = a1b1	Harina de germinados de soya (75 g), semillas cocidas de quinoa (25 g) + zumo de remolacha (3 g)
	t8 = a1b2	Harina de germinados de soya (75 g), semillas cocidas de quinoa (25 g) + achiote (1 g)
	t9 = a2b1	Harina de germinados de soya (50 g), semillas cocidas de quinoa (50 g) + zumo de remolacha (3 g)
	t10 = a2b2	Harina de germinados de soya (50 g), semillas cocidas de quinoa (50 g) + achiote (1 g)

Harina de germinados de soya (25 g), semillas cocidas de quinoa (75 g) + zumo de remolacha (3 g)

Harina de germinados de soya (25 g), semillas cocidas de quinoa (75 g) + achiote (1 g)

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.10.2. Variables e indicadores

Las variables de estudio del proyecto de investigación de la carne vegetal evaluaron la influencia de las variables independientes del **Factor A:** Relación de la harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa (harina de germinados de soya 75 g + semillas cocidas de quinoa 25 g, harina de germinados de soya 50 g + semillas cocidas de quinoa 50 g, harina de germinados de soya 25 g + semillas cocidas de quinoa 75 g) con el **Factor B:** colorantes (zumo remolacha 3 g, achiote 1 g) sobre la variable dependiente (Tabla 12). A partir de esta estructura se identificaron indicadores específicos que permitieron evaluar el impacto de los tratamientos sobre los diferentes atributos de la carne vegetal.

Tabla 12

Cuadro de variables e indicadores

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Medición
Carne vegetal a base de semillas de quinoa y harina de germinados de quinoa.	Relación de las semillas de quinoa y harina de germinado de soya.	Características proximales de la quinoa cocida.	Humedad total Materia seca Proteína Grasa Fibra Carbohidratos
		Características proximales de la harina de germinados de soya	Humedad total Materia seca Proteína Grasa Fibra Carbohidratos
	Colorante(zumo remolacha y achiote)	Análisis fisicoquímicos	Proteína Grasa Cenizas Acidez pH

		Análisis sensoriales	Color Olor Sabor Textura Aceptabilidad
		Análisis microbiológicos y nutricionales del mejor tratamiento.	Aerobios Mesófilos Echerichia coli). Proteína Grasa Carbohidratos Fibra
		Análisis de costos.	Cálculo de costos de la materia prima, costos directos e indirectos.

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.10.3. Esquema del análisis de varianza

La Tabla 13 detalla los parámetros estadísticos empleados para el análisis de varianza (ANOVA), aplicados en la evaluación de las formulaciones de carne vegetal elaboradas con harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa y colorantes (zumo remolacha o achiote). Este procedimiento permitió descomponer la variabilidad total observada en componentes asociados a los factores experimentales principales (proporciones de la materia prima y el tipo de zumo), así como a su interacción y al error experimental.

El modelo estadístico contempla las fuentes de variación correspondientes al total, la repetición, los factores A y B, su interacción (A x B) y el error, presentando para cada una de ellas los grados de libertad y las fórmulas correspondientes. Estos parámetros permitieron calcular la suma de cuadrados, el cuadro medio y el valor del estadístico F, esto facilitó la identificación de diferencias significativas entre los tratamientos. En conjunto, el análisis proporcionó una base cuantitativa sólida para interpretar el efecto de las variables independientes sobre la variable de dependientes, aportando evidencia estadística en la validación del comportamiento de las formulaciones evaluadas.

Tabla 13*Parámetros del análisis de varianza*

<i>Fuente de libertad</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Fórmula variación</i>
Total	11	$(a * b * r) - 1$
Repetición	2	$n - 1$
Factor A	1	$a - 1$
Factor B	1	$b - 1$
AxB	2	$(a - 1) (b - 1)$
<u>Error</u>		<u>Dosificación</u>

5 a: número de niveles del factor A **b:** número de niveles del factor B **r:** número de repeticiones por tratamiento **n:** número total de observaciones

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.11. Análisis y discusión de resultados

2.11.1. Análisis proximal de las semillas cocidas de quinoa y la harina de germinados de soya.

2.11.1.1. Semillas cocidas de quinoa

La Tabla 14 presenta el análisis proximal de las semillas cocidas de quinoa, destacando un alto contenido de humedad total (74,75%), este valor es debido a que las semillas absorbieron agua durante la cocción. La materia seca representa el 25,25% del total, dentro de la cual se encuentran nutrientes importantes como: proteínas (4,05%), grasas (1,32%), fibra (1,17%) y carbohidratos (17,68%), que constituyen una fuente significativa de energía. Además, indica que el color, olor y sabor son característicos, lo que sugiere que la muestra conservó sus características sensoriales normales, siendo adecuada para el consumo.

Tabla 14*Análisis proximales de las semillas cocidas de quinoa*

Parámetro	UM	Semillas de quinoa
Humedad Total	%	74,75
Materia seca	%	25,25

Proteína	%	4,05
Grasa	%	1,32
Fibra	%	1,17
Carbohidratos	%	17,68

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025) **Fuente:** (Laboratorio Setlab, 2025)

El análisis proximal de la muestra de semillas cocidas de quinoa evidencia un contenido de humedad total del 74,75%, según Vásquez (2022) la quinoa tiene la capacidad de absorber agua en un 90 % su peso. Este resultado sugiere que la muestra evaluada debido a la absorción de agua se modifica significativamente la concentración relativa de los nutrientes. En este contexto, los valores obtenidos deben interpretarse en base seca para una comparación adecuada con literatura especializada.

En cuanto al contenido proteico, se obtuvo un valor de 4,05% en base húmeda. Al ajustarse este valor a base seca, se obtiene un 16%, este dato es coherente con lo descrito por estudios previos que señalan que la quinoa contiene entre 14% y 18% de proteína en materia seca (Gobierno de Australia Occidental, 2018). La quinoa es reconocida a nivel mundial por su alto contenido de proteínas (Campos, et al., 2022).

La grasa, se cuantificó (1,32 %) en base húmeda, equivalente al 5,2% en base seca, Paredes y Albarrán (2023) en su estudio reporta un 5,82 % de extracto etéreo. El contenido de fibra fue de 1,17%, que corregido a base seca representa aproximadamente 4,63%; Paucarchuco y Vilchez (2024) mencionan que la quinoa es rica en fibra dietética, contiene 710% (de estos, 1,3-6,1% comprende fibra dietética soluble), siendo superior a los cereales. Esto favorece los procesos digestivos y contribuye a la regulación del tránsito intestinal.

Los carbohidratos representaron un 17,68% en base húmeda, lo que extrapolado a base seca equivale a cerca del 70%, Campos, et al., (2022) reportaron que la quinoa tiene 74 % de carbohidratos del cual el 50 - 60% es almidón, componiéndose por amilosa (20%) y amilopectina (80%).

La evaluación sensorial indicó que el color, olor y sabor son característicos, lo que sugiere que la muestra no presenta alteraciones organolépticas ni signos de deterioro, cumpliendo con los parámetros de calidad esperados para el consumo humano.

En conjunto, los resultados obtenidos reafirman el valor nutricional de la quinoa como alimento funcional de alta calidad. Su perfil macronutricional, aún en estado cocido, la posiciona como una opción estratégica para mejorar la calidad de la dieta en diversas

poblaciones, incluyendo aquellas con restricciones alimentarias o con requerimientos nutricionales específicos.

2.11.1.2. *Harina de los germinados de soya*

La Tabla 15 muestra el análisis comparativo de la harina de los germinados de soya, en la cual se observa la humedad total (6,56%), esto indica que la harina posee buena estabilidad durante su almacenamiento, posee una mayor concentración de materia seca (93,44 %), proteína (42,39%), fibra (5,89%) grasa (11,49 %) y los carbohidratos (28,74 %), lo cual evidencia que es una excelente fuente de nutrientes esenciales para productos energéticos y proteicos; además son características en los análisis sensoriales (color, olor y sabor).

Tabla 15

Análisis proximales de la harina de soya

Parámetro	UM	Soya
Humedad total	%	6,56
Materia seca	%	93,44
Proteína	%	42,39
Fibra	%	5,89
Grasa	%	11,49
Carbohidratos	%	28,74

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025) **Fuente:** (Laboratorio Setlab, 2025)

Al comparar los resultados obtenidos se observa que Ricaurte y Ayavaca (2020) en su investigación reporta que para la harina de soya obtuvo 27,01 % de proteína, 19,10 % grasa, 4,38 % para la humedad, 2,22 % cenizas y 2,15 para la fibra al compararlo con los valores obtenidos en esta investigación, se observa que son superiores, con valores de 15,38 en la proteína, 4,34 % en humedad, 3,74% fibra y son inferiores por 7,61 % grasa.

Según Pérez (2023) la ceniza es un indicador del contenido mineral del alimento, la humedad indica la cantidad de agua presente y la grasa indica el nivel de este en el producto. La diferencia que existe en los resultados obtenidos para la proteína puede deberse a la aplicación de altas temperaturas lo cual provoca la desnaturalización de proteínas y afecta la capacidad para retener agua (Vásquez, et al., 2021).

Tulcán (2020) manifiesta que las harinas no deben sobrepasar el 15 % de humedad para evitar los cambios físicos (aparición de bloques, apelmazamiento), lo cual se puede constatar en la Tabla 14 que la humedad de las harinas se encuentra con un bajo contenido de humedad.

2.11.2. Evaluación de la concentración de la harina de germinados de soya y semillas de quinoa, y la aplicación de zumos vegetales (remolacha, achiote) en la formulación de la carne vegetal, mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales.

2.11.2.1. Análisis fisicoquímicos

La tabla 16 presenta los resultados de los tratamientos en relación con los parámetros fisicoquímicos (proteína, grasa, cenizas, acidez y pH), con dos repeticiones, los tratamientos 1 y 2 se destacan por sus valores más altos de proteína, superando el 23%, lo cual sugiere un mayor aporte nutricional en comparación con los demás. Los tratamientos 5 y 6 presentan los niveles más bajos de proteína, entre 11% y 12%, indicando una formulación diferente con una menor concentración de ingredientes proteicos. La grasa se mantiene relativamente constante en todos los tratamientos, con variaciones mínimas, mientras que los niveles de ceniza reflejan cierta estabilidad, aunque con ligeras diferencias entre los tratamientos. La acidez es mayor en el tratamiento 3 y menor en el tratamiento 4; el pH, se encuentra en un rango cercano a la neutralidad, con valores ligeramente más altos en el 3 y bajos en el 6.

Tabla 16

Análisis fisicoquímicos de los tratamientos de la carne vegetal

Tratamientos	Proteína	Grasa	Cenizas	Acidez	pH
Tratamiento 1	22,22	3,96	7,82	0,13	6,8
Tratamiento 2	22,74	3,81	7,10	0,16	6,7
Tratamiento 3	17,54	3,57	6,99	0,18	6,5
Tratamiento 4	17,97	3,69	7,72	0,10	6,9
Tratamiento 5	12,53	3,77	7,94	0,09	6,7
Tratamiento 6	11,27	3,53	7,24	0,09	6,6
Tratamiento 1	22,30	3,90	7,75	0,16	6,85
Tratamiento 2	23,00	3,73	7,14	0,13	6,66
Tratamiento 3	17,68	3,66	6,94	0,20	6,46
Tratamiento 4	18,15	3,64	7,78	0,09	6,94
Tratamiento 5	12,40	3,82	8,00	0,06	6,74
Tratamiento 6	11,50	3,59	7,18	0,12	6,57

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

Proteína

La tabla 17 muestra el análisis de varianza de la determinación de proteína de la carne vegetal, usando diferentes relaciones de harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa (75%+25%, 50%+50% y 25%+75%) y colorantes (zumo remolacha y achiote).

Tabla 17

Análisis de varianza de la variable de la proteína

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
FACTOR A	227,44	3	75,81	6257,84	0,0001*
FACTOR B	0,01	1	0,01	1,20	0,3353
REPETICIONES	0,13	1	0,13	10,62	0,0311
FACTOR A*FACTOR B	1,55	2	0,78	64,12	0,0001*
Error	1,50	4	0,01		
Total	229,19	11			
CV %	0,63				
R ²	1				

Factor A: Relación de harina de germinados de soya + semillas de quinoa

Factor B: Zumos

Factor A * Factor B: Relación de harina de germinados de soya + semillas de quinoa * Zumos

SC: Suma de cuadrados

gl: Grados de libertad **CM:**

Cuadrados medios **p-valor:**

Probabilidad² **CV:**

Coefficiente de variación

R²: Coeficiente de determinación

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza tiene un nivel de confianza del 95 % y un valor de 0.05 para α . El ANOVA revela diferencias significativas en la variable evaluada en función del Factor A, con un valor de p menor a 0,05 ($p = 0,0001$), lo que indica que este factor influye de manera contundente en los resultados, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y acepta la alternativa H_A : *Efecto B* $\neq 0$. El Factor B, no presenta un efecto estadísticamente significativo ($p = 0,3353$), sugiriendo que sus variaciones no afectan de forma relevante en la concentración de proteína. La interacción entre ambos factores (A*B) sí resulta significativa ($p = 0,0001$), lo que implica que la respuesta del diseño depende de la combinación específica de los niveles de ambos factores, y no solo de su efecto individual.

El efecto de las repeticiones no es significativo ($p = 0,0311$); el coeficiente de variación (0,63%) es bajo, lo cual respalda la precisión del experimento y sugiere que los datos son

consistentes. Cuenta con un coeficiente de determinación (R^2) 1, reflejando un buen ajuste matemático debido a que mientras más cercano será mejor.

Tabla 18

Comparación de promedios del factor A según Tukey para proteína de la carne vegetal

FACTOR A	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia
a ₁	22,57	4	0,05	A
a ₂	17,84	4	0,05	B
a ₃	11,93	4	0,05	C

a₁: Harina de germinados de soya 75 g + semillas cocidas de quinoa 25 g

a₂: Harina de germinados de soya 50 g + semillas cocidas de quinoa 50 g **a₃:**

Harina de germinados de soya 25 g + semillas cocidas de quinoa 75 g

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

En la tabla 18 se presenta los resultados del análisis de medias realizado mediante la prueba de Tukey al ($p < 0,05$) aplicado a la variable proteína; las medias obtenidas para los tres niveles del factor A fueron claramente diferenciadas: a₁ registró el valor más alto (22,57), seguido por a₂ (17,84), y finalmente a₃ con la media más baja (11,93).

Estas diferencias se refuerzan por los homólogos asignados a la columna de niveles de significancia. El tratamiento a₁ es clasificado en el homólogo A, indicando que su efecto sobre la variable es significativamente superior. El a₂ en el B, el a₃ en el grupo C, evidenciando el menor efecto en el contenido proteico.

Podemos concluir que el tipo de formulación empleada en cada tratamiento del Factor A influye de manera significativa en el aporte de proteína, siendo el tratamiento a₁ (harina de germinados de soya 75g + semillas de quinoa 25g.) el que tuvo más concentración.

Tabla 19

Tabla de Tukey al 5 % para los tratamientos

FACTOR A	FACTOR B	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia
a ₁	b ₂	22,87	2	0,07	A
a ₁	b ₁	22,26	2	0,07	B
a ₂	b ₂	18,06	2	0,07	C
a ₂	b ₁	17,61	2	0,07	D
a ₃	b ₁	12,47	2	0,07	E
a ₃	b ₂	11,39	2	0,07	F

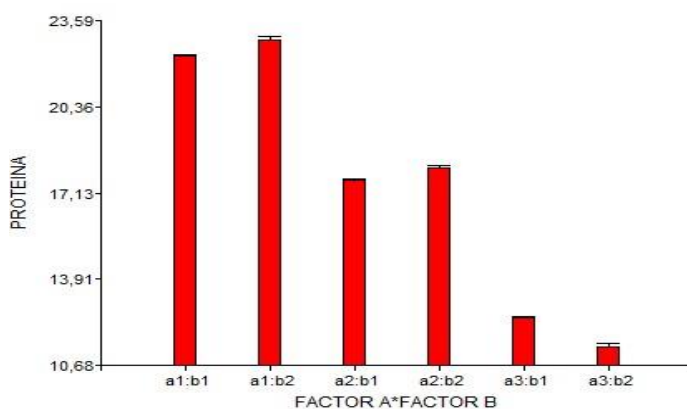
Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 19 muestra los resultados del análisis de interacción entre los factores A y B sobre la variable proteína, con base en la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$). Se evidencia una clara influencia significativa de la interacción entre ambos factores, dado que todas las combinaciones son clasificadas en homólogos distintos de significancia (A ha F), lo cual indica diferencias estadísticas entre cada tratamiento.

La combinación a_1b_2 presenta la media más alta (22,87 %), ubicándose en el homólogo A, evidenciando que este tratamiento tuvo el mayor efecto sobre el incremento del contenido proteico. Le sigue a_1b_1 con una media ligeramente menor (22,26 %), incluida en el B, lo cual indica que, aunque también tiene un efecto positivo, es significativamente diferente respecto a a_1b_2 . Las combinaciones correspondientes al nivel a_2 (a_2b_2 y a_2b_1) registran medias de 18,06 % y 17,61 % respectivamente, clasificándose en C y D. Esto refleja un efecto moderado sobre la variable, con diferencias estadísticas tanto entre ellas como con los niveles anteriores. Finalmente, las combinaciones a_3b_1 y a_3b_2 muestran las medias más bajas (12,47 % y 11,39 %), ubicándose E y F, siendo los tratamientos que menor concentración de proteína obtuvieron.

Concluimos que el rendimiento proteico no depende únicamente del factor A o B por separado, sino de la interacción específica entre ambos. En particular, la combinación de a_1 con b_2 muestra ser la más eficaz en mejorar el contenido de proteína, por lo que este tratamiento puede considerarse como óptimo dentro de las condiciones evaluadas.

Figura 1 Promedio de la determinación de la proteína de la carne vegetal



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 1 presenta el promedio de la determinación de la proteína de la carne vegetal en función de la interacción entre los factores A (harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa) y B colorantes (zumo remolacha y achiote), en la cual se observa que las combinaciones $a_1: b_2$ y $a_1: b_1$ muestran los valores más altos, con promedios de 22,87 y 22,26,

respectivamente. Esto sugiere que el tratamiento con el nivel a_1 del factor A tiene un efecto considerablemente positivo sobre la concentración de proteína, independientemente del nivel del factor B, aunque la combinación con b_2 resulta ligeramente superior. Las combinaciones $a_2:b_2$ y $a_2:b_1$, con valores intermedios, lo que indica que el nivel a_2 del factor A aporta proteína en menor proporción comparado con a_1 . La $a_3:b_1$ y $a_3:b_2$ presentan los valores más bajos, con promedios cercanos al límite inferior del eje (entre 12,47 y 11,39), evidenciando que el nivel a_3 tiene el menor impacto en el contenido de proteína, sin importar el nivel del factor B.

La tendencia descendente en la gráfica demuestra que el nivel del factor A es determinante en el incremento proteico, y que su interacción con el factor B puede potenciar (como en $a_1: b_2$) o limitar (como en $a_3: b_2$) dicho efecto. Esta visualización refuerza los resultados obtenidos en el análisis estadístico y permite identificar de forma clara cuál combinación resulta más efectiva para mejorar la calidad nutricional en términos de la proteína.

Bohorquez (2021) en su caracterización fisicoquímica de una carne tipo vegana a base de soya y gandul obtuvo un 15,64 % de proteína al comparar estos resultados con el 22,87 % de proteína que se obtuvo en la investigación sobre la carne vegetal se puede observar que es una concentración bastante aceptable; estos valores presentan que la formulación del tratamiento 2 puede ser una alternativa para sustituir la carne animal.

Según Wei, et al., (2025) las proteínas son responsables de proporcionar soporte estructural y elasticidad; además ofrecen numerosos beneficios para la salud en múltiples niveles, reducen el impacto ambiental, el riesgo de enfermedades crónicas y presentan características únicas.

Sánchez (2013) manifiesta que las proteínas vegetales son más fáciles de digerir, contienen fibra, no poseen colesterol y presentan un perfil graso más saludable gracias a su contenido en grasas insaturadas. Además, no sobrecargan órganos como el hígado o los riñones y resultan menos acidificantes para el organismo debido a su riqueza en minerales. A diferencia de las proteínas animales, que tienden a pudrirse en el intestino, las vegetales se fermentan, proceso que contribuye a una mejor salud intestinal. Desde el punto de vista económico y ambiental, también son más accesibles y sostenibles, ya que su producción emite considerablemente menos dióxido de carbono que la ganadería intensiva.

Grasa

En la tabla 20 se presenta el análisis de varianza de la determinación de la grasa de la carne vegetal, usando tres tipos de mezcla de harina de germinados + semillas cocidas de quinoa y colorantes (zumo remolacha y achiote).

Tabla 20

Análisis de varianza de la variable de la grasa

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
FACTOR A	0,10	2	0,05	18,80	0,0047
FACTOR B	0,04	1	0,04	14,87	0,0119
REPETICIONES	0,06	1	0,06	10,03	0,9576
FACTOR A*FACTOR B	0,04	2	0,02	8,18	0,0265
Error	0,01	5	0,03		
Total	0,20	11			
CV %	1,39				
R ²	0,93				

Factor A: Relación de harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa

Factor B: Zumos

Factor A * Factor B: Relación de harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa * Zumos

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza (ANOVA) de la tabla 20 permite evaluar el efecto de distintos factores sobre la variable de interés. El Factor A presenta un valor de p de 0,0047, lo que indica una diferencia significativa entre los niveles evaluados. Este resultado sugiere que dicho factor tiene un papel importante en la variabilidad observada.

El Factor B tiene un efecto significativo, con un p de 0,0119. Aunque su influencia es menor en comparación con el Factor A, los resultados confirman que también contribuye de forma importante a los cambios registrados en la variable dependiente. Estos hallazgos respaldan la inclusión de ambos factores en el diseño experimental.

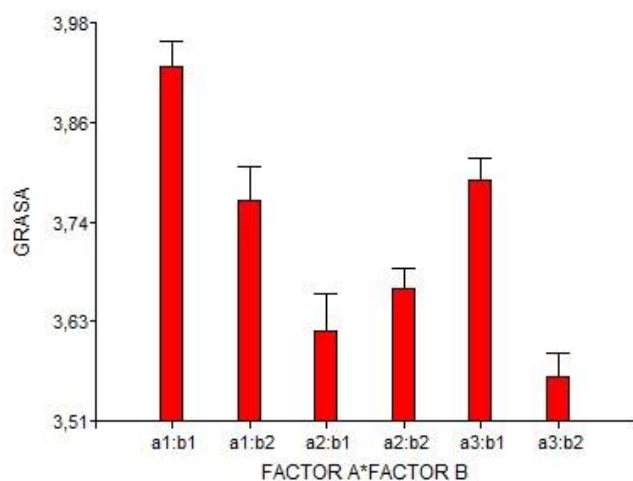
La interacción entre el Factor A y el Factor B es significativa ($p = 0,0265$), esto indica que el efecto de un factor depende del nivel del otro. Esto resalta la importancia de no analizar los factores de forma aislada, ya que su combinación produce efectos distintos a los observados individualmente.

El componente de repeticiones no fue significativo ($p = 0,9576$), lo cual sugiere que no hay variaciones relevantes entre las réplicas del experimento

En cuanto a la precisión del experimento, el coeficiente de variación (CV) fue de 1,39% esto demuestra una alta homogeneidad en los datos; el coeficiente de determinación (R²)

alcanza un valor de 0,93, indicando que el modelo explica el 93% de la variabilidad total, lo cual confirma una solidez estadística del análisis realizado.

Figura 2 *Contenido de grasa de la carne vegetal*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 2 presenta el promedio de la determinación de la grasa de la carne vegetal en función de la interacción entre los factores A (harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa) y B (Zumo de remolacha y achiote), en la cual se observa que las combinaciones a₁: b₁ muestran los valores más altos, con promedios de 3,93 %, seguido por el a₃: b₁ (3,80 %), a₁: b₂ (3,77%), a₂: b₂ (3,67 %), a₂: b₁ (3,62%) y 3,56 % del a₃: b₂ siendo este el que menor concentración de grasa tiene en su composición.

Bohorques (2021) en su estudio sobre la caracterización fisicoquímica de una carne tipo vegana a base de soya y gandul obtuvo 5,67 % de grasa, en la investigación realizada se obtuvo 3,96 % siendo menor el valor a los que reporta el autor; además al compararlo con la norma INEN 1346 (2015) podemos relacionarla con el contenido de grasa de la carne tipo I debe tener un máximo de 10 % de grasa la cual es la carne molida extra magra (debe estar exenta de hueso y piel).

Cenizas

En la tabla 21 se presenta el análisis de varianza de la determinación de las cenizas de la carne vegetal, usando dos factores el A con tres tratamientos y el B con dos tratamientos.

Tabla 21

Análisis de varianza de la variable de las cenizas

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
FACTOR A	0,11	2	0,05	27,70	0,0020
FACTOR B	0,14	1	0,14	69,19	0,0004

REPETICIONES	3,35	1	0,05	0,02	0,9017
FACTOR					
A*FACTOR B	0,05	2	0,75	379,95	0,0001*
Error	0,01	5	0,03		
Total	1,76	11			
CV %	0,59				
R ²	0,99				

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza de la tabla 21 evidencia que el Factor A presenta un valor de p de 0,0020, el B mostró un valor de p de 0,0004; mientras que la interacción entre ambos factores (A×B) resultó altamente significativa (p = 0,0001), sugiriendo que los efectos individuales de los factores no actúan de forma independiente, sino que se modifican mutuamente. En contraste, el efecto de las repeticiones no fue significativo (p = 0,9017), lo cual indica uniformidad entre las réplicas del experimento. El modelo estadístico presenta una alta capacidad explicativa, con un coeficiente de determinación (R²) del 99%, demostrando que casi toda la variabilidad de los datos es atribuible a los factores analizados. Asimismo, el coeficiente de variación (CV) es de 0,59%, refleja un alto grado de precisión experimental.

Tabla 22

Comparación de promedios del factor A según Tukey para la ceniza de la carne vegetal

FACTOR A	Medias	n	E.E.	Niveles de significancia
a ₃	7,59	4	0,02	A
a ₁	7,45	4	0,02	B
a ₂	7,36	4	0,02	B

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

En la tabla 22 se observa la comparación de los promedios del Factor A, existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento a₃ presentó la mayor media con un valor de 7,59, ubicándose en el homólogo A, lo cual indica que se diferencia significativamente del resto. Por otro lado, los tratamientos a₁ y a₂ registran medias de 7,45 y 7,36 respectivamente, se agrupan en el nivel B, sin diferencias significativas entre ellos. El error estándar es constante en los tres niveles (0,02), lo cual respalda la consistencia de las mediciones. Estos resultados sugieren que el tratamiento a₃ tiene un efecto significativo sobre la variable evaluada,

Tabla 23

Comparación de promedios del factor B según Tukey para la ceniza de la carne vegetal

FACTOR B	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia
b ₁	7,57	6	0,02	A
b ₂	7,36	6	0,02	B

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

En tabla 23 se presenta la comparación de los promedios del factor B, el nivel b₁ presenta una media de 7,57, mientras que el b₂ registra una media ligeramente inferior, de 7,36. En ambos casos, el número de repeticiones (n) es 6 y el error estándar (E.E.) asociado de 0,02, indicando una baja variabilidad dentro de los tratamientos.

El análisis de significancia muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles del factor, asignándose al tratamiento b₁ el homólogo A y B para el nivel b₂.

Tabla 24

Tabla de Tukey al 5 % para los tratamientos

FACTOR A	FACTOR B	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia	
a ₃	b ₁	7,97	2	0,03	A	
a ₁	b ₁	7,79	2	0,03	A	B
a ₂	b ₂	7,75	2	0,03	B	
a ₃	b ₂	7,21	2	0,03	C	
a ₁	b ₂	7,12	2	0,03	C	D
a ₂	b ₁	6,97	2	0,03	D	

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

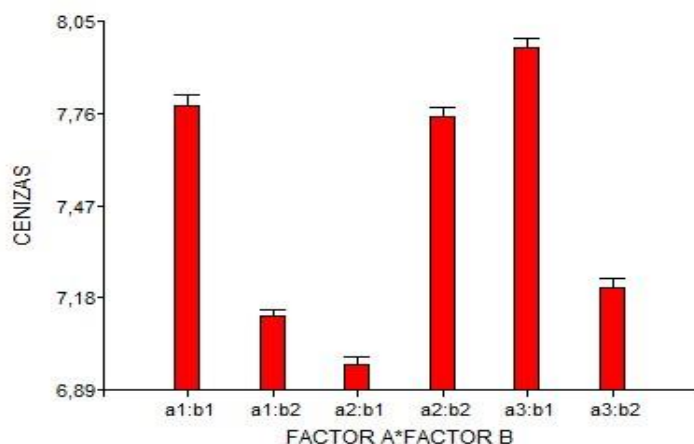
La tabla 24 presenta el análisis combinado de los factores A y B la cual revela diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Las medias oscilan entre 6,97 y 7,97, con un tamaño muestral constante de n = 2 por combinación de tratamientos y un error estándar (E.E.) de 0,03, lo que indica precisión en las estimaciones.

La combinación a₃b₁ posee la mayor media (7,97), asignándole el homólogo A; esto lo posiciona como el tratamiento con mejor desempeño dentro del conjunto evaluado. el a₁b₁, con una media de 7,79, que comparte los grupos A y B, lo cual indica que no difiere significativamente de a₃b₁ ni de a₂b₂, que tiene una media de 7,75 y pertenece al grupo B.

A medida que se desciende en las medias, se observa un cambio en los niveles de significancia. Las combinaciones a₃b₂ (7,21) y a₁b₂ (7,12) están en los grupos C y C-D, respectivamente, mostrando una reducción significativa respecto a los valores más altos. El

a₂b₁, con una media de 6,97, pertenece al grupo D, evidenciando el rendimiento más bajo. S destacándose a₃b₁ como el más efectivo y a₂b₁ como el menos favorable.

Figura 3 *Contenido de cenizas en la carne vegetal*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 3 presenta el promedio de la determinación de las cenizas de la carne vegetal en función de la interacción entre los factores A (harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa) y B colorantes (zumo de remolacha y achiote), en la cual se observa que las combinaciones a₂: b₁ muestran el valor menor, con un promedio de 6,97 %, respectivamente.

Jácome (2021) menciona que la norma NTE INEN 1347 en los parámetros fisicoquímicos y bromatológicos para productos cárnicos manifiesta que debe tener un máximo de 6 % de cenizas, al comparar los resultados que obtuvimos en la investigación se puede constatar que sobrepasamos el límite permitido por la normativa.

Acidez

En la tabla 25 se presenta el análisis de varianza de la determinación de la acidez de la carne vegetal, usando dos factores el A con tres tratamientos y el B con dos tratamientos.

Tabla 25

Análisis de varianza de la variable de la acidez

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
FACTOR A	0,01	2	3,9	9,45	0,0200
FACTOR B	0,03	1	1,4	3,45	0,1224
REPETICIONES	0,06	1	8,3	0,02	0,8920
FACTOR A*FACTOR B	0,01	2	4,3	10,43	0,0164
Error	0,03	5	4,1		

Total	0,02	11
CV %	16,06	
R ²	0,90	

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza (ANOVA) de la tabla 25 presenta que el Factor A evidencia un efecto estadísticamente significativo sobre la variable de respuesta, con un valor de $p = 0,0200$, inferior al umbral común de 0,05. Esto indica que existen diferencias relevantes entre los niveles de este factor. El valor de $F = 9,45$ refuerza la presencia de variabilidad explicada atribuible a este factor, con una suma de cuadrados (SC) de 0,01 distribuida en 2 grados de libertad (gl).

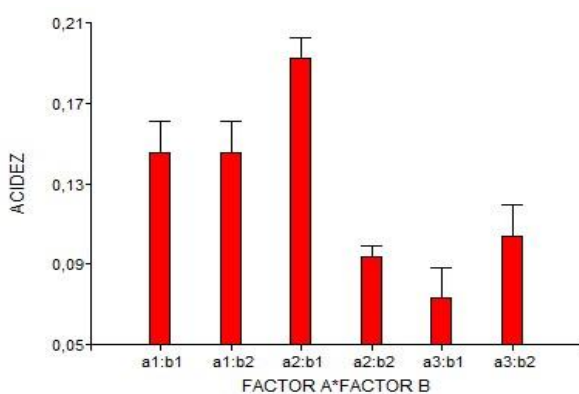
El Factor B no muestra un efecto significativo ($p = 0,1224$), lo cual sugiere que sus niveles no generan cambios estadísticamente diferentes en la variable analizada. Aunque presenta un $F = 3,45$, el valor de p no permite rechazar la hipótesis nula para este factor.

En las repeticiones, se observa un valor de $p = 0,8920$, indicando homogeneidad en los bloques o unidades experimentales, es decir, no se evidencian diferencias atribuibles a este componente, lo cual es deseable en términos de control experimental.

De particular interés es la interacción entre Factor A y Factor B, que resulta estadísticamente significativa ($p = 0,0164$, $F = 10,43$). Esto sugiere que el efecto de un factor depende del nivel del otro, lo que implica que las combinaciones específicas entre A y B influyen de manera diferenciada en la respuesta.

El coeficiente de variación (CV) de 16,06% indica una variabilidad moderada relativa a la media, aceptable en muchos contextos experimentales. Finalmente, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,90$) señala que el 90% de la variabilidad total en los datos fue explicada por el modelo, lo cual evidencia un buen ajuste.

Figura 4 *Contenido de acidez en la carne vegetal*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 4 presenta el promedio de la determinación de la acidez de la carne vegetal en función de la interacción entre los factores A (harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa) y B colorante (Zumo de remolacha y achiote), en la cual se observa que las combinaciones $a_2: b_1$ muestra un promedio de 0,19 %, el $a_1: b_1$, así como el $a_1: b_2$ es 0,15 %, el $a_3: b_2$ es 0,11 %, $a_2: b_2$ es 0,10 % y 0,08% para $a_3: b_1$. Se puede observar que todos los tratamientos no están elevados por lo cual no son ácidos a la percepción del catador, debido a que mantienen un sabor suave sin acidez perceptible, a excepción $a_3: b_1$ tiene una concentración muy baja lo cual hace que este tratamiento su riesgo microbiológico incremente, por lo tanto, seleccionamos el tratamiento $a_2: b_2$ que es 0,10 % como el mejor tratamiento

pH

En la tabla 26 se presenta el análisis de varianza de la determinación del pH de la carne vegetal, usando dos factores el A con tres tratamientos y el B con dos tratamientos.

Tabla 26

Análisis de varianza de la variable del pH

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
FACTOR A	0,02	2	3,9	10,28	0,0169
FACTOR B	0,01	1	1,4	8,77	0,0315
REPETICIONES	0,05	1	8,3	0,03	0,8605
FACTOR A*FACTOR B	0,22	2	4,3	115,23	0,0001*
Error	0,03	5	4,1		
Total	0,26	11			
CV %	0,47				
R ²	0,98				

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 26 del ANOVA evalúa el efecto del Factor A y Factor B, así como su interacción, sobre la variable de respuesta considerada. El análisis revela que tanto el Factor A como el Factor B presentan efectos estadísticamente significativos, con valores de p de 0,0169 y 0,0315 respectivamente, ambos inferiores al umbral convencional de 0,05. Esto indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, puesto que dichos factores no influyen en la variable dependiente.

La interacción entre el Factor A y Factor B, muestra una significancia ($p = 0,0001$), acompañada de un valor F elevado ($F = 115,23$), esto sugiere que la combinación específica de

niveles entre ambos factores produce un efecto conjunto diferente al que generaría cada uno por separado.

Las repeticiones no resultaron significativas ($p = 0,8605$), lo que implica que las diferencias observadas entre réplicas son atribuibles al azar y no afectan de manera sistemática los resultados del experimento. El coeficiente de variación (CV) fue de 0,47%, lo que denota una alta precisión experimental y baja variabilidad relativa. Además, el coeficiente de determinación (R^2) alcanza un valor de 0,98, indicando que el modelo explica el 98% de la variabilidad total observada en los datos, lo cual respalda la validez del ajuste.

Tabla 27 Comparación de promedios del factor A según Tukey para el pH de la carne vegetal

FACTOR A	Medias	n	E.E.	Niveles de significancia	
a ₁	6,75	4	0,02	A	
a ₂	6,70	4	0,02	A	B
a ₃	6,65	4	0,02	B	

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 27 presenta la comparación de los promedios del Factor A (harina de germinados de soya y semillas de quinoa), existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento a₁ tiene la mayor media con un valor de 6,75, ubicándose en el homólogo A, lo cual indica que se diferencia significativamente del resto. Por otro lado, tratamiento a₂ registra una media de 6,70 ubicándose en el homólogo A y b mientras que el a₃ es de 6,65 respectivamente, y se agrupa en el B, no existe diferencias significativas entre ellos. El error estándar es constante para los tres niveles (0,02), lo cual respalda la consistencia de las mediciones. Estos resultados sugieren que el tratamiento a₁ tiene un efecto significativo sobre el pH de la carne vegetal

Tabla 28

Comparación de promedios del factor B según Tukey para el pH de la carne vegetal

FACTOR B	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia	
b ₂	6,73	6	0,01	A	
b ₁	6,68	6	0,01	B	

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

En tabla 28 se presenta la comparación de los promedios del factor B colorante (zumo de remolacha y achiote), el nivel b₂ presenta una media de 6,73, mientras que el b₁ registra una media ligeramente inferior, de 6,68. En ambos casos, el número de repeticiones (n) es 6 y el

error estándar (E.E.) asociado es 0,02, lo que indica una baja variabilidad dentro de los tratamientos.

El análisis de significancia evidencia que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles del factor, asignándose al tratamiento b_2 el homólogo A y B para el nivel b_1 .

Tabla 29

Tabla de Tukey al 5 % para los tratamientos

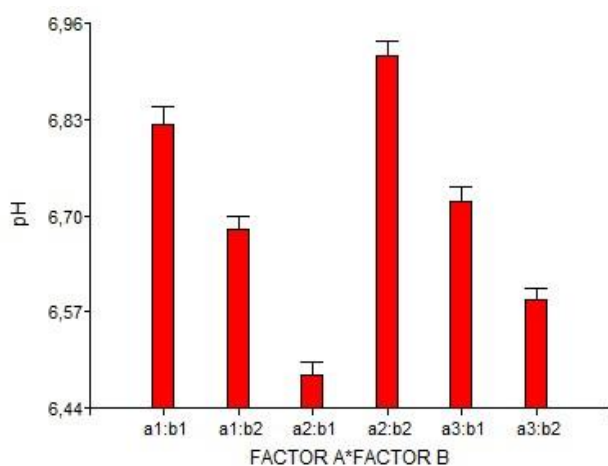
FACTOR A	FACTOR B	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia	
a_2	b_2	6,92	2	0,02	A	
a_1	b_1	6,83	2	0,02	A	B
a_3	b_1	6,72	2	0,02	B C	
a_1	b_2	6,68	2	0,02	C D	
a_3	b_2	6,59	2	0,02	D E	
a_2	b_1	6,48	2	0,02	E	

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 24 presenta el análisis combinado de los factores A y B la cual revela diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Las medias oscilan entre 6,92 y 6,48, con un tamaño muestral constante de $n = 2$ por combinación de tratamientos y un error estándar (E.E.) de 0,02, lo que indica precisión en las estimaciones.

La combinación a_3b_1 obtuvo una media de 6,72, asignándole el homólogo B, es seleccionado como el mejor tratamiento dentro del conjunto evaluado. el a_2b_2 , con una media de 6,92 y el a_1b_1 , son los peores tratamientos debido a que sus medias se encuentran excediendo lo que permite la normativa que manifiesta que no debe excederse un pH de 6,80. A medida que descenden las medias, se observa un cambio en los niveles de significancia.

Figura 5 *Contenido de pH en la carne vegetal*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 5 presenta el promedio del pH de la carne vegetal en función de la interacción entre los factores A (harina de germinados de soya + semillas cocidas de quinoa) y B (Zumo de remolacha y achiote), en la cual se observa que las combinaciones $a_3: b_1$ muestra un promedio de 6,72 % siendo el mejor tratamiento, el $a_2: b_2$ (6,92 %) $a_1: b_1$ (6,83 %) siendo tratamientos que exceden lo permitido por la INEN 1347, el $a_1: b_2$ es 6,68 %, el $a_3: b_2$ es 6,59 %, $a_2: b_1$ es 6,48 %.

Jácome (2021) menciona que la norma NTE INEN 1347 establece que, dentro de los parámetros fisicoquímicos y bromatológicos para productos cárnicos, el contenido de cenizas no debe superar el 6,8 %. Al contrastar esta referencia con los resultados obtenidos en nuestra investigación, se evidencia que el pH registrado, particularmente en el tratamiento 4, excede el límite máximo establecido por dicha normativa.

2.11.2.2. *Análisis sensoriales*

□ **Color**

La tabla 30 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable color, atributo de la carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*).

Tabla 30

Análisis de varianza de la variable color

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamientos	14,69	5	2,94	12,90	0,0001*
Catadores	84,44	14	6,03	26,48	0,0001*
Tratamientos * catadores	33,89	70	0,48	2,13	0,0004
Error	20,50	90	0,23		
Total	153,53	179			
CV %	20,21				
R ²	0,87				

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza revela diferencias significativas en la percepción del color atribuibles a los tratamientos aplicados. La fuente de variación "Tratamientos" presenta un valor de $F = 12,90$ con un p-valor de 0,0001, lo que indica diferencias estadísticamente

significativas entre los distintos tratamientos evaluados. Por tanto, se concluye que el tipo de tratamiento influye notablemente en el color del producto.

La variabilidad entre los catadores, también se observa un efecto significativo ($F = 26,48$, $p\text{-valor} = 0,0001$), lo cual sugiere que existen diferencias consistentes en las evaluaciones realizadas por las personas encargadas de juzgar el color, posiblemente debido a criterios individuales o percepción visual distinta. La interacción entre tratamientos y catadores también resulta significativa ($F = 2,13$, $p\text{-valor} = 0,0004$), lo que implica que la forma en que se perciben los tratamientos varía según el catador, es decir, no todos los evaluadores califican de igual manera todos los tratamientos.

El coeficiente de variación (CV) fue del 20,21%, indicando una variabilidad moderada en los datos, y el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,87$) muestra que el modelo explica el 87% de la variación total observada en la variable color, lo que refleja un ajuste adecuado.

Tabla 31

Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos, en la variable color

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Niveles de	
				significancia	
T2	2,93	30	0,09	A	
T1	2,40	30	0,09		B
T3	2,33	30	0,09		B C
T4	2,30	30	0,09		B C
T5	2,20	30	0,09		B C
<u>T6</u>	<u>2,00</u>	<u>30</u>	<u>0,09</u>		<u>C</u>

5: Me gusta mucho

4: Me gusta

3: Normal

2: Ni me gusta ni disgusta

1: No me gusta

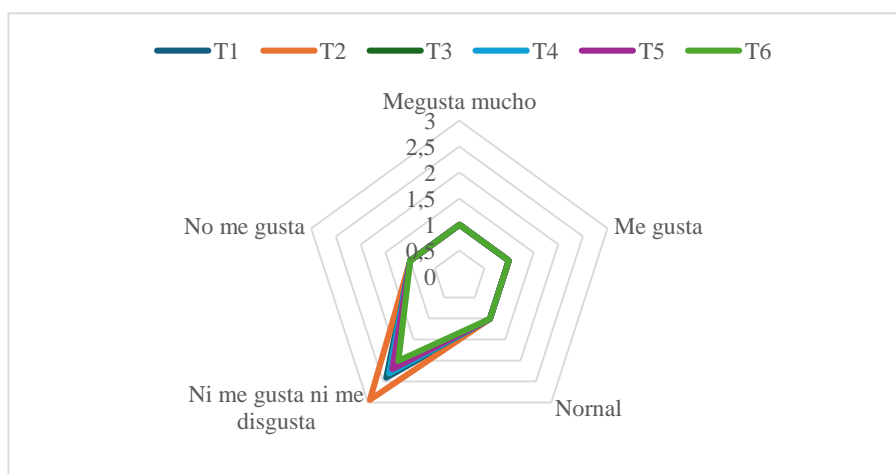
Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 31 muestra los tratamientos evaluados con sus diferencias significativas en los valores medios obtenidos para la variable color. Todos los tratamientos se encuentran en el grupo de ni me gusta ni disgusta, sin embargo, el tratamiento T₂ presenta la media más alta (2,93), lo cual indica que fue el más representativo entre todos los tratamientos aplicados puesto que está cerca de obtener una aceptación de normal. Este resultado se encuentra estadísticamente separado del resto de los tratamientos, al haber sido clasificado en un grupo homogéneo con la letra A, lo que confirma su superioridad significativa respecto a los demás.

El tratamiento T₆ presenta la media más baja (2,00) y fue clasificado en el grupo C, lo que indica que fue significativamente inferior a T₂; sin embargo, no mostró diferencias significativas respecto a T₃, T₄ y T₅, que comparten las letras B y C, formando un grupo estadísticamente similar.

Los tratamientos T₁, T₃, T₄ y T₅ presentan medias intermedias (entre 2,20 y 2,40) y pertenecen al grupo B, aunque T₃, T₄ y T₅ también forman parte del grupo C. Esto sugiere que estos tratamientos no difieren significativamente entre ellos ni con respecto a T₆, pero sí son estadísticamente inferiores a T₂. El tratamiento T₁, que pertenece únicamente al grupo B, fue mejor que T₆, pero no mostró diferencias significativas frente a T₃, T₄ y T₅.

Figura 6 Aceptabilidad del color por parte del tratamiento



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 6 presenta la aceptabilidad por parte de los catadores frente a la variable color, el T₂ obtuvo un rendimiento significativamente superior con 2,93 estando en el grupo de ni me gusta ni me disgusta, mientras que el T₆ fue el menos aceptado. Los tratamientos intermedios (T₁, T₃, T₄ y T₅) conformaron un grupo sin diferencias estadísticas claras entre ellos, lo cual indica una eficacia comparable, pero menor que la de T₂.

Según Jang y Woo Lee (2024) las similitudes bioquímicas entre plantas y animales, con materias primas primarias que comprenden proteínas (20–50%), polisacáridos (2–30%) y grasas (0–5%). Estos componentes son críticos para determinar la textura, mientras que los ingredientes adicionales mejoran el sabor, el color y el valor nutricional.

Anusha, et al., (2024) mencionan que el color es el parámetro más importante para crear un atractivo visual para los análogos de carne en su mente, puesto que deben tener un color que imite a la carne y características de cambio de color durante el procesamiento. Para imitar el

color rojo de la carne se utiliza la leghemoglobina (extracto de jugo de remolacha) y para imitar el color del pollo, se utiliza óxido de titanio en los análogos de carne.

□ Olor

La tabla 32 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable olor, atributo de la carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*) evaluado por 15 personas.

Tabla 32 Análisis de varianza de la variable olor

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamientos	77,51	5	15,50	93,01	0,0001*
Catadores	14,58	14	1,04	6,25	0,0001*
Tratamientos * catadores	19,82	70	0,28	1,70	0,0090
Error	15,00	90	0,17		
Total	126,91	179			
CV %	11,59				
R ²	0,88				

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza de la tabla 29 revela diferencias estadísticamente significativas tanto entre los tratamientos como entre los catadores. En el caso de los tratamientos, el valor de F (93,01) y el p-valor ($< 0,0001$) indican que al menos uno de los tratamientos evaluados presenta un efecto diferente sobre la variable de interés. En los catadores, también se observa un efecto significativo ($F = 6,25$; $p < 0,0001$), lo que implica que existe variación en las valoraciones otorgadas por los distintos evaluadores. Esta variabilidad esta atribuida a las diferencias en percepción o criterio entre catadores, lo cual es común en estudios sensoriales.

La interacción entre tratamientos y catadores también resultan significativa ($p = 0,0090$), lo que sugiere que la respuesta de los tratamientos no fue completamente homogénea entre los diferentes evaluadores. El coeficiente de variación (CV) fue de 11,59%, lo cual indica una variabilidad moderada en los datos y se considera aceptable en estudios de este tipo. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,88$) muestra que el 88% de la variabilidad total observada puede explicarse por el modelo, lo que sugiere un buen ajuste estadístico y respaldo para las conclusiones obtenidas.

Tabla 33

Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos, en la variable olor
Niveles de significancia

Tratamientos	Medias	N	E.E.	A	B	C	D
T6	4,73	30	0,07	A			
T5	3,93	30	0,07		B		
T4	3,57	30	0,07			C	
T2	3,07	30	0,07				D
T3	2,97	30	0,07				D
T1	2,87	30	0,07				D

5: Me gusta mucho

4: Me gusta

3: Normal

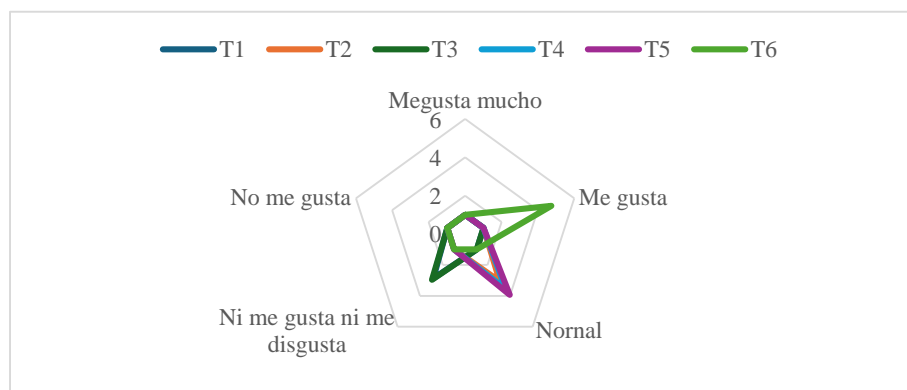
2: Ni me gusta ni disgusta

1: No me gusta

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia de la tabla 33 permite identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados en la variable olor. El tratamiento T₆ tuvo un resultado de me gusta con la media más alta (4,73) y fue clasificado en el grupo A, indicando que fue significativamente superior al resto de los tratamientos en términos de aceptación del olor. El tratamiento T₅, con una media de 3,93, se ubica en el grupo B, siendo estadísticamente inferior a T₆, pero superior a los demás, también los tratamientos T₄, T₂ se encuentran en la nominación normal, mientras que el T₃ y T₁ presentaron medias significativamente menores se encuentran en él ni me gusta ni me disgusta, agrupándose en los niveles C y D, sin mostrar diferencias estadísticas relevantes entre ellos. En particular, T₂, T₃ y T₁, con medias cercanas a 3,00, fueron ubicados en el grupo D, lo que indica la menor valoración del olor dentro del conjunto de tratamientos evaluados.

Figura 7 Aceptabilidad del olor por parte de los catadores



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 7 muestra la aceptabilidad del olor por parte de los catadores, estos resultados reflejan que los tratamientos T₆ (4,73 (me gusta)) y T₅ (3,93 (Normal)) logran una

diferenciación positiva en la percepción del olor, mientras que los demás no muestran ventajas comparativas desde el punto de vista sensorial en esta variable.

El olor juega un papel clave en la aceptación de las carnes veganas, ya que influye directamente en la experiencia sensorial del consumidor, despertando sensaciones de familiaridad y atracción hacia el alimento. Para lograr este efecto, los productores emplean diferentes ingredientes y métodos que les permiten recrear aromas similares a los de la carne tradicional, lo cual mejora tanto la percepción del producto como la satisfacción del cliente.

□ Sabor

La tabla 34 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable sabor, atributo de la carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*) evaluado por 15 personas.

Tabla 34

Análisis de varianza de la variable sabor

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamientos	139,64	5	27,93	209,47	0,0001*
Catadores	11,91	14	0,85	6,38	0,0001*
Tratamientos * catadores	68,69	70	0,98	7,36	0,0001*
Error	12,00	90	0,13		
Total	232,24	179			
CV %	12,79				
R ²	0,95				

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza de la variable del sabor presentada en la tabla 31, muestra diferencias estadísticamente significativas en la percepción del sabor entre los tratamientos evaluados, con un valor de p menor a 0,0001. Esto indica que al menos uno de los tratamientos presenta un sabor perceptiblemente distinto a los demás. Los catadores también resultaron significativos ($p < 0,0001$), lo cual sugiere que existe variabilidad entre las opiniones de los evaluadores, debido a diferencias individuales en sus criterios o preferencias.

La interacción entre tratamientos y catadores también es significativa ($p < 0,0001$), lo que implica que la percepción del sabor no es uniforme entre todos los catadores para cada tratamiento. El coeficiente de variación (CV) es del 12,79 %, lo cual indica una variabilidad moderada en los datos, mientras que el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,95$) revela que el

modelo explica el 95 % de la variación total en la variable sabor, lo cual es indicativo de un excelente ajuste.

Tabla 35

Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia
T6	4,20	30	0,07	A
T2	3,60	30	0,07	B
T5	3,03	30	0,07	C
T3	2,47	30	0,07	D
T1	2,33	30	0,07	D
T4	1,50	30	0,07	E

5: Me gusta mucho

4: Me gusta

3: Normal

2: Ni me gusta ni disgusta

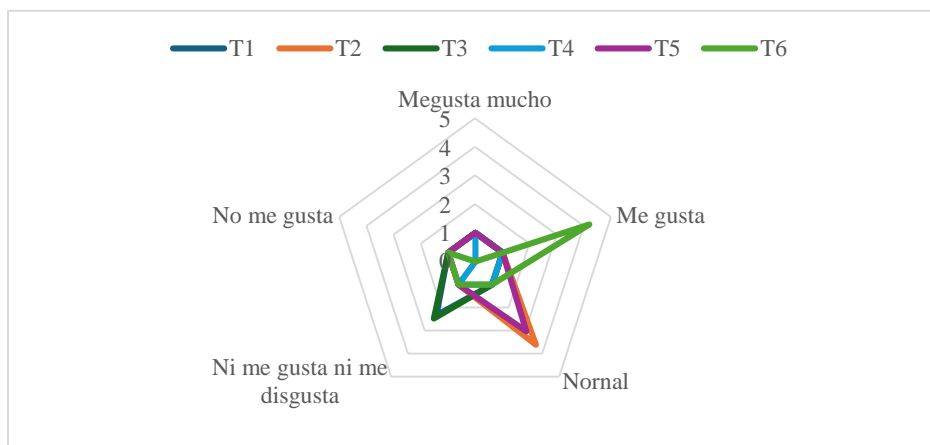
1: No me gusta

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La prueba de comparación múltiple de Tukey, aplicada al 5 % de significancia de la tabla 35, evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto a la variable evaluada. El tratamiento T₆ tiene una aceptación de me gusta con la media más alta (4,20), ubicándose en el grupo estadísticamente superior (A). Le siguió el T₂ con una media de 3,60, clasificado en un grupo distinto (B), lo que indica una diferencia significativa, el T₅ tiene una media de 3,03, esto los ubica con una aceptación de normal.

Los tratamientos T₃ y T₁ se distribuyeron en los grupos D y E, mostrando medias inferiores y estadísticamente diferentes entre sí y con respecto a los tratamientos con mayores puntuaciones se encuentran en él ni me gusta ni me gusta. El T₄ presenta la media más baja (1,50) puesto que no les gusta y fue ubicado en el grupo E, indicando que su efecto sobre la variable medida fue significativamente menor al de los demás tratamientos.

Figura 8 *Aceptabilidad del sabor por parte de los catadores*



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 8 correspondiente a la prueba de Tukey para determinar la aceptabilidad del sabor del mejor tratamiento de la carne vegetal, la cual permite visualizar de forma clara la separación entre los tratamientos según sus medias. Se observa un gradiente descendente en los valores, donde T₆ se posiciona en el me gusta como el tratamiento con mejor aceptación, seguido de T₂, ambos diferenciados estadísticamente del resto. A medida que se desciende en el orden de los tratamientos, las diferencias entre grupos son más marcadas, destacando al T₄ como el de menor valoración. Esta distribución gráfica permite identificar de manera precisa qué tratamientos presentan un efecto significativamente distinto sobre la variable evaluada.

Jang y Woo Lee (2024) mencionan que la combinación de proteínas vegetales, diversos aditivos alimentarios y tecnologías de vanguardia son cruciales para mejorar el sabor y la apariencia.

□ Textura

La tabla 36 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable textura, atributo de la carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*) evaluado por 15 personas.

Tabla 36

Análisis de varianza de la variable textura

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamientos	39,03	5	7,81	15,13	0,0001*
Catadores	6,46	14	0,46	0,90	0,5665
Tratamientos * catadores	101,73	70	1,45	2,82	0,0001*
Error	46,42	90	0,52		
Total	192,95	179			

CV %	20,42
R ²	0,76

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 36 presenta el análisis de varianza (ANOVA) realizado para la variable textura indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, ya que el valor de p obtenido fue de 0,0001. Esto sugiere que los tratamientos tienen un efecto real sobre la percepción de la textura, y por tanto, no se trata de diferencias debidas al azar.

El efecto de los catadores no fue significativo ($p = 0,5665$), lo cual indica que no hubo diferencias importantes entre las evaluaciones realizadas por los distintos catadores. Esto es favorable, ya que muestra consistencia en las valoraciones y reduce la posibilidad de sesgos personales en la evaluación sensorial.

La interacción entre y catadores resultó significativa ($p = 0,0001$), lo que significa que la manera en que cada catador percibe los tratamientos varía. Es decir, algunos catadores podrían haber detectado diferencias más marcadas en la textura entre tratamientos que otros, lo cual puede deberse a diferencias en la sensibilidad o criterio individual.

En cuanto al coeficiente de variación (CV), se obtuvo un valor de 20,42 %, lo que indica una variabilidad moderada dentro del conjunto de datos, aceptable en estudios de tipo sensorial. Además, el coeficiente de determinación (R²) fue de 0,76, lo cual refleja que el modelo explica el 76 % de la variabilidad total de los datos. Esto indica que el modelo estadístico utilizado tiene un buen nivel de ajuste y es adecuado para describir los efectos evaluados.

Tabla 37

Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia
T2	4,02	30	0,14	A
T1	3,98	30	0,14	A
T6	3,92	30	0,14	A
T5	3,22	30	0,13	B
T3	2,93	30	0,13	B
T4	2,93	30	0,13	B

5: Me gusta mucho

4: Me gusta

3: Normal

2: Ni me gusta ni disgusta

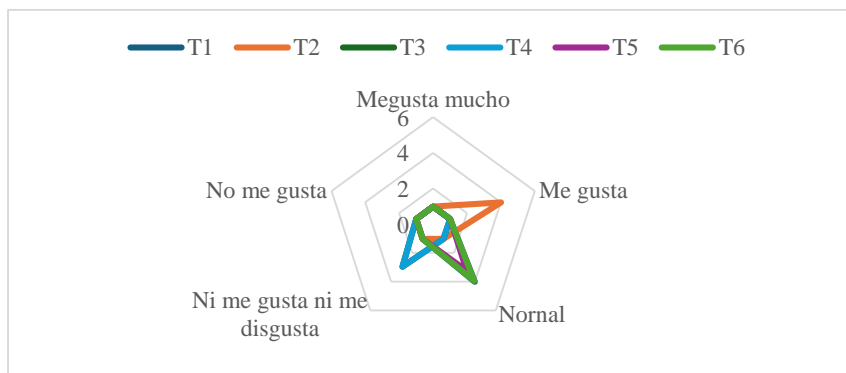
1: No me gusta

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 37 muestra los resultados del análisis estadístico mediante la prueba de Tukey, aplicada con un nivel de significancia del 5%, con el fin de comparar las medias de seis tratamientos diferentes para determinar el mejor tratamiento con la mejor textura de la carne vegetal elaborada.

Los tratamientos T₂, T₁ y T₆ obtuvieron los promedios más altos (4,02 (me gusta); 3,98 y 3,92 respectivamente están en el normal) y fueron agrupados en el mismo nivel de significancia (A), lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos. Los tratamientos T₅, T₃ y T₄, presentan medias inferiores (3,22 (normal); 2,93 y 2,93 se encuentran en él ni me gusta ni me disgusta), se encuentran en un grupo distinto (B), lo cual sugiere que estos tratamientos tampoco difieren entre sí, pero sí son significativamente diferentes de los del grupo A.

Figura 9 Aceptabilidad de la textura por parte de los catadores



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 9 derivada de la prueba de Tukey muestra una clara separación entre dos grupos de tratamientos: por un lado, T₂ es el que mejor se destaca siendo me gusta seguido por el T₁ y T₆, que alcanzaron los promedios más altos y se agrupan en un mismo nivel estadístico, lo que indica que su rendimiento fue similar y significativamente superior; por otro lado, T₅, T₃ y T₄ presentan valores más bajos y se ubican en un grupo distinto, reflejando que su desempeño fue estadísticamente inferior en comparación con los tres primeros.

Según Jang y Woo Lee (2024) las proteínas, los polisacáridos y las grasas ayudan imitar la textura. Además, los aglutinantes son esenciales para la fabricación de análogos de carne complejos, mejorando la textura, el color, el sabor, la calidad de procesamiento y los valores nutricionales. Ingredientes como las proteínas de soya o guisante por sí solos pueden ser

inadecuados para crear redes viscoelásticas en análogos de carne de tipo emulsión, lo que requiere el uso de aglutinantes para fomentar interacciones cohesivas y adhesivas, como enlaces de hidrógeno o interacciones electrostáticas

□ Aceptabilidad

La tabla 38 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable aceptabilidad, atributo de la carne vegetal a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de germinados de soya (*Glycine max*) evaluado por 15 personas.

Tabla 38

Análisis de varianza de la variable textura

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamientos	73,83	5	14,77	56,55	0,0001*
Catadores	56,91	14	4,07	15,57	0,0001*
Tratamientos * catadores	135,42	70	1,93	7,41	0,0001*
Error	23,50	90	0,26		
Total	289,66	179			
CV %	15,83				
R ²	0,92				

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El análisis de varianza para la variable textura revela diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p = 0,0001$), lo que indica que la textura varía según el tipo de tratamiento aplicado. Además, se observa un efecto significativo por parte de los catadores ($p = 0,0001$), lo cual sugiere que las percepciones individuales influyeron en la evaluación. También se detecta una interacción significativa entre tratamientos y catadores ($p = 0,0001$), lo que implica que la forma en que cada catador percibe la textura dependió del tratamiento evaluado. El coeficiente de variación (15,83%) se encuentra dentro de un rango aceptable, y el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,92$) indica que el modelo explica el 92% de la variabilidad observada en los datos, lo cual respalda la solidez de los resultados.

Tabla 39 Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Niveles de significancia	
T2	4,47	30	0,09	A	
T1	3,37	30	0,09	B	
T6	3,17	30	0,09	B	C
T3	3,10	30	0,09	B	C
T5	2,93	30	0,09	C	

T4	2,33	30	0,09	D
----	------	----	------	---

5: Me gusta mucho

4: Me gusta

3: Normal

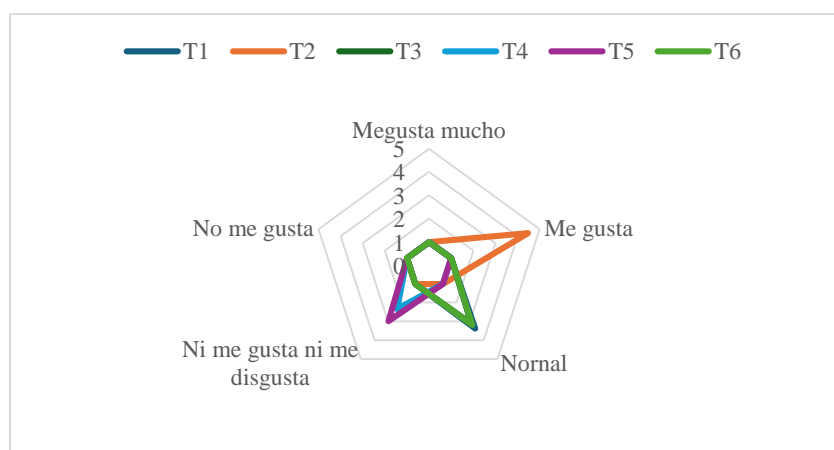
2: Ni me gusta ni disgusta

1: No me gusta

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 39 presenta los resultados de la prueba de Tukey la misma que muestra una clara diferenciación entre los tratamientos evaluados en cuanto a la variable aceptabilidad. El tratamiento T₂ se destaca con la media más alta (4,47) siendo me gusta y pertenece al grupo A, lo que lo posiciona como el de mejor desempeño. En contraste, el tratamiento T₄ obtuvo la calificación más baja (2,33 (ni me gusta ni me disgusta)) y se ubica de manera exclusiva en el grupo D, indicando un resultado significativamente inferior. Los tratamientos T₁, T₆, T₃ y T₅ se agrupan en los niveles intermedios (B y C), reflejando que no existen diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto a los extremos. Esta segmentación estadística sugiere que no todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable, y permite identificar con claridad cuáles generaron respuestas más favorables.

Figura 10 Aceptabilidad de la carne vegetal por parte de los catadores



Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La figura 10 representa los resultados de la prueba de Tukey que permite visualizar de forma clara las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento T₂ se posiciona notablemente por encima del resto, confirmando su superioridad estadística. En los niveles intermedios, los tratamientos T₁, T₆, T₃ y T₅ presentan medias cercanas entre sí, lo que se refleja en su agrupación parcial dentro de los mismos niveles de significancia. Finalmente, T₄ se destaca por tener el promedio más bajo y aparece separado en el grupo D, evidenciando un desempeño considerablemente menor. Esta representación visual facilita la comprensión de las diferencias estadísticas y resalta con claridad qué tratamientos fueron más eficaces.

Según Jang y Woo Lee (2024) el atractivo visual de los sustitutos de carne es fundamental para su aceptación por parte del cliente.

□ Determinación del mejor tratamiento mediante el análisis sensorial

La Tabla 40 muestra la determinación del mejor tratamiento en base a 10 criterios sensoriales: proteína, grasa, cenizas, acidez, pH, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Según los resultados, el tratamiento T₂ se destaca al ser el único que figura como el mejor en 4 categorías clave; permitiendo identificar qué tratamiento 2 ofrece un equilibrio adecuado entre calidad nutricional, estabilidad del producto y aceptación por parte del consumidor. A continuación, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos, destacando las fortalezas específicas de cada tratamiento.

Tabla 40

Determinación del mejor tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Proteína		*				
Grasa	*					
Cenizas			*			
Acidez				*		
pH					*	
Color		*				
Olor						*
Sabor						*
Textura		*		*		
Aceptabilidad		*				

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

El tratamiento T₂ destaca en el contenido de proteína, lo que sugiere una formulación más nutritiva. Por otro lado, T₁ muestra una ventaja en el contenido de grasa. El tratamiento T₅

sobresale en cenizas, lo cual indica una mayor presencia de minerales. En cuanto a la acidez, T₆ fue el más favorable, lo que puede influir positivamente en la conservación y el sabor del producto. En la variable pH, T₃ fue el tratamiento más equilibrado, lo cual es clave para la estabilidad microbiológica.

En las características sensoriales, el T₂ se posiciona como el tratamiento con mejor aceptación general, reflejando un equilibrio adecuado entre los atributos evaluados. Este mismo tratamiento también fue preferido en cuanto a olor y color, lo que revela un impacto positivo en la percepción inicial del producto. T₁ obtuvo la mejor valoración en sabor, elemento clave para la repetición de consumo, mientras que T₄ destacó en textura, característica que influye directamente en la experiencia del consumidor durante el consumo.

Aunque cada tratamiento presenta fortalezas puntuales en distintas variables, el T₂ reúne varias cualidades destacadas, tanto a nivel sensorial como nutricional, lo que lo posiciona como el mejor tratamiento.

2.11.3. Análisis microbiológico y nutricional del mejor tratamiento obtenido de la carne vegetal.

La tabla 41 presenta los resultados del análisis microbiológico, en la cual se observa que el conteo de aerobios mesófilos fue de 87 UFC/g, lo cual se encuentra por debajo del valor límite permitido (<10³ UFC/g), indicando una carga microbiana baja y aceptable. Por otro lado, no se detectó presencia de *Escherichia coli*, el análisis reportó ausencia de esta bacteria, cumpliendo con el límite establecido (<10 UFC/g).

Tabla 41

Análisis microbiológico

UNIDAD	RESILTADO	VLP
Aerobios mesófilos UFC/g	87	<10 ³
<i>E. coli</i> UFC/g	Ausencia	<10

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025) **Fuente:** (Laboratorio Setlab, 2025)

La carga de aerobios mesófilos indica una carga microbiana baja, consistente con hallazgos de investigaciones recientes en análogos vegetales, como es el caso de Arteaga y Paredes (2024) realizaron análisis microbiológicos en hamburguesas vegetales elaboradas con quinoa, tarwi y sachá inchi, encontrando recuentos de aerobios mesófilos en un rango de 80–120 UFC/g durante vida útil, al comprarlos podemos ver una mínima diferencia en los resultados; de igual manera al comparar sus resultados de *E. coli* podemos ver que no detectaron contaminantes fecales en sus formulaciones durante análisis sensibilizados al final del periodo

de almacenamiento. La no detección de *E. coli* en la muestra confirma un control microbiológico eficaz en todas las etapas productivas.

El análisis nutricional presentado en la tabla 42 revela que el producto presenta un contenido de proteína del 23,00%, lo que indica un buen aporte de este macronutriente esencial para funciones estructurales y metabólicas. La fibra dietética se encuentra en un 4,32%, valor que contribuye positivamente a la salud digestiva y al perfil funcional del alimento. Los carbohidratos (49,96%) sugiere una alta proporción de carbohidratos solubles, lo cual proporciona una fuente energética importante. En conjunto, estos resultados indican que el producto posee una composición equilibrada que puede ser adecuada para dietas orientadas al mantenimiento energético y nutricional.

Tabla 42 Análisis nutricionales

PARÁMETRO	UM	RESILTADO
Proteína	%	23,00
Grasa	%	3,73
Fibra	%	4,32
Carbohidratos	%	49,96

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025) **Fuente:** (Laboratorio Setlab, 2025)

Respecto al contenido nutricional, el 23,00 % de proteína se acerca a los valores encontrados por Muñoz Zambrano et al. (2023) en salchichas vegetales puras hechas con harina de quinoa al 100 %, quienes también obtuvieron niveles proteicos adecuados más favorables que los productos cárnicos convencionales. Aunque en tu caso se emplea una mezcla con harina de germinados de soya, esto coincide con los resultados de Arteaga y Paredes (2024) sobre hamburguesas vegetales (tarwi, quinoa, sachu inchi), donde se observó que las combinaciones de pseudocereales y leguminosas permiten alcanzar perfiles proteicos balanceados, alto contenido de grasa saludable y buena aceptación sensorial.

Bohorques (2021) en su estudio sobre la caracterización fisicoquímica de una carne tipo vegana a base de soya y gandul obtuvo 5,67 % de grasa, en la investigación realizada se obtuvo 3,73% siendo menor el valor a los que reporta el autor; además al compararlo con la norma INEN 1346 (2015) podemos relacionarla con el contenido de grasa de la carne tipo I debe tener un máximo de 10 % de grasa la cual es la carne molida extra magra (debe estar exenta de hueso y piel).

El valor de fibra dietética del 4,32 % es moderado pero coherente con lo reportado en formulaciones vegetales similares: por ejemplo, Arteaga y Paredes (2024) detectaron

cantidades comparables en mezclas con quinoa, donde la fibra contribuía a una textura agradable y mejoras en la saciedad. En los carbohidratos (49,96 %) evidencia una mayor proporción de carbohidratos solubles, un fenómeno también descrito por Muñoz.

Los resultados reflejan formulaciones saludables y tecnológicamente viables, comparables a las reportadas por autores mencionados. La carga microbiana controlada, la composición nutricional adecuada y el balance entre proteínas, grasas, fibra y carbohidratos solubles consolidan a el producto como una alternativa competitiva frente a otros desarrollos de carne vegetal basados en quinoa y soya.

2.11.4. Calcular el costo de producción del mejor tratamiento de la carne vegetal a base harina de germinados de soya y semillas de quinoa.

La tabla 43, 44 y 45 se detalla los costos del tratamiento 2, los mismos que están asociados a cada uno de los insumos utilizados, así como los gastos operativos requeridos para su elaboración, permitiendo estimar el costo total y establecer una base para analizar su posible escalamiento a nivel industrial o comercial. Con la finalidad de evaluar la viabilidad económica del tratamiento más eficiente en la elaboración de carne vegetal a base de harina de germinados de soya y semillas de quinoa; este tratamiento fue seleccionado por su mejor desempeño en cuanto a contenido proteico, color, textura y aceptación sensorial.

La tabla 43 presenta los costos de la materia prima y insumos utilizados en la elaboración de la carne vegetal correspondiente al tratamiento 2 (T_2). En esta tabla se observa que el gasto total en ingredientes asciende a US\$ 1,47. Por otro lado la harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa con un costo (US\$ 0,38 y US\$ 0,13), lo que indica que el contenido de proteína del producto es económico en comparación con los insumos que aportan sabor y consistencia. Esta tabla permite identificar que la mayor inversión dentro de los ingredientes no está en la proteína vegetal, sino en los elementos que definen la calidad sensorial del producto.

Tabla 43

Costos de la materia prima de la producción del mejor tratamiento (T_2)

Insumos	UM	Cantidad	P. U	C.T
Harina de soya	<i>g</i>	<i>78,71</i>	<i>0,005</i>	<i>0,39</i>
Semillas de quinoa	<i>g</i>	<i>26,24</i>	<i>0,005</i>	<i>0,13</i>
Achiote	<i>g</i>	<i>1,05</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>
Sal	<i>g</i>	<i>5,25</i>	<i>0,001</i>	<i>0,005</i>
Condimentos	<i>g</i>	<i>12,59</i>	<i>0,01</i>	<i>0,13</i>

Humo líquido	<i>g</i>	1,05	0,06	0,06
Goma guar	<i>g</i>	5,25	0,008	0,04
Aceite vegetal	<i>g</i>	2,10	0,003	0,006
Agua	<i>ml</i>	62,96	0,0005	0,31
Refrito	<i>g</i>	4,71	0,006	0,03
Conservante	<i>g</i>	0,13	0,05	0,006
Bolsas de polipropileno	<i>u</i>	3	0,10	0,30
Total				1,47

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 44 detalla los costos indirectos de fabricación que se generan durante la producción del tratamiento 2. Estos costos no corresponden a ingredientes, sino al uso de recursos como equipos, gas, electricidad y agua potable. En total, estos costos ascienden a US\$ 0,90 por lote. El gasto más alto dentro de esta categoría corresponde al consumo de agua potable, con US\$ 0,50, seguido del uso de la balanza (US\$ 0,25) y la electricidad (US\$ 0,096). A pesar de que estos valores son bajos en comparación con los ingredientes y la mano de obra, son esenciales para realizar una estimación realista del costo total de producción. Este grupo de gastos suele mantenerse relativamente constante por lote, por lo que puede optimizarse si se produce a mayor escala. Esta tabla refleja la importancia de considerar todos los elementos del proceso, incluso aquellos que no forman parte del producto final, pero que son indispensables para su elaboración.

Tabla 44

Costos indirectos de fabricación de la producción del mejor tratamiento (T2)

CIF	H. uso	Cantidad	P. U	C.T
Balanza	1	1	0,25	0,25
Procesador	1	1	0,01	0,01
Gas	1	1	0,0002	0,04
Electricidad	2	-	0,08	0,096
Agua potable		5000	0,0001	0,50
Total				0,90

CIF: Costos indirectos de fabricación

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

La tabla 45 muestra los costos relacionados con la mano de obra en la elaboración del producto fue US\$ 2,93 por hora. Este es el costo individual más alto entre las tres tablas, lo que evidencia que el factor humano representa un peso importante en el costo total del tratamiento 2. Esto también sugiere que, si el proceso de producción fuera automatizado o mejor organizado, se podrían lograr ahorros significativos en esta área. Aun así, la participación

directa de los operarios es clave para asegurar la calidad del producto, por lo que este costo se justifica en una fase de producción a pequeña escala.

Tabla 45

Costos de la mano de obra directa de la producción del mejor tratamiento (T2)

CMOD	Unidad	Cantidad	P. U	C.T
Operador	<i>H</i>	<i>1</i>	2,93	2,93
Total				2,93

CMOD: Costos de mano de obra directa

Elaborado por: Autoras (Calo y Viteri; 2025)

2.11.4.1. Costo total de la carne vegetal

CT (por tratamiento) = Insumos + CIF + CMOD

$$CT = 1,47 + 0,90 + 2,93$$

$$CT = \$ 5,60$$

La Tabla 43, 44 y 45 se muestra un desglose completo de los costos asociados a la producción del tratamiento 2 (T₂), el cual fue elegido por ser el más eficiente en términos de contenido proteico, textura y aceptación sensorial para la elaboración de carne vegetal a base de harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinoa.

Los costos indirectos, que incluyen el uso de equipos, gas electricidad y agua potable son relativamente bajos (0,90 ctvs), pero indispensables para una evaluación realista de los gastos de producción. Por otro lado, la mano de obra directa tiene un peso considerable (\$ 2,93), lo que refleja que el trabajo humano sigue siendo un factor importante en la elaboración. Esto sugiere que mejorar la eficiencia operativa podría reducir costos en una posible producción a gran escala. Siendo \$ 5,60 el costo total del mejor tratamiento.

2.11.4.2. Costo por unidad de carne vegetal

C.U= C.T/unidades producidas

$$C.U=5,60/2$$

$$C.U=2,80$$

El costo unitario es de \$ 2,80 la unidad de la carne vegetal de 100g por unidad. Este costo es competitivo y sugiere que con un aumento en la escala de producción podrían lograrse mayores economías, reduciendo aún más los costos.

El tratamiento 2 representa una opción económicamente viable que además cumple con los requisitos de calidad necesarios para un producto atractivo.

3. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

3.1. Técnicos

La combinación de harina de germinados de soya y semillas cocidas de quinua ha demostrado ser una alternativa técnicamente viable para la elaboración de carne vegetal, ofreciendo un perfil proteico completo y una textura aceptable desde el punto de vista sensorial. La germinación de la soya mejora la digestibilidad de las proteínas, mientras que la quinua aporta aminoácidos esenciales y propiedades funcionales como la retención de agua y cohesión de la mezcla. Esta formulación permite obtener un producto con buena consistencia, adecuado comportamiento térmico y valores nutricionales que se acercan a los de la carne convencional, lo que representa un avance significativo en el desarrollo de alternativas vegetales sostenibles y técnicamente optimizadas.

3.2. Sociales

El desarrollo de la carne vegetal en base de germinados ofrece a la sociedad una alimentación más saludable, accesible y sostenible, combatiendo la desnutrición al ser un producto rico en nutrientes, contribuye a reducir los índices de desnutrición y enfermedades relacionadas con dietas desequilibradas, como la obesidad y la diabetes. Además, fomenta una mayor conciencia sobre la alimentación responsable, incentivando el consumo de productos que cuidan tanto la salud personal como el bienestar colectivo. También beneficia al sector agrícola al incentivarlo al cultivo de la soya y la quinoa.

3.3. Ambientales

La elaboración de carne vegetal tiene un impacto positivo al reducir significativamente menor producción animal, debido a que contribuye a la conservación de recursos naturales y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, el uso de germinados promueve prácticas agrícolas sostenibles, como la rotación de cultivos y el cultivo en suelos marginales, disminuyendo la dependencia de fertilizantes químicos y pesticidas.

3.4. Económicos

El desarrollo de la carne vegetal favorece aprovecha la materia prima accesible y con alto potencial nutritivo; fomentando el desarrollo de cadenas de suministro locales,

beneficiando a agricultores y pequeñas empresas involucradas en el cultivo y procesamiento de germinados, y creando empleos en sectores agrícolas, industriales y comerciales.

4. RECURSOS Y PRESUPUESTO

Tabla 46

Presupuesto del proyecto

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	<i>Cantidad</i>	<i>H. uso</i>	<i>Valor Unitario \$</i>	<i>Valor final \$</i>
Equipos				
Balanza analítica	1	3	0,0800	0,24
Deshidratador	1	60	2	120,00
Estufa	1	4	0,1500	0,60
Molino	1	4	5	20,00
				140,84
Descripción	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor Unitario \$</i>	<i>Valor Total \$</i>
Materiales				
Semillas de soya	Kg	15	5	75,00
Semillas de quinoa	Kg	1	5	5,00
Materia prima	G	200	0,105	21,00
Bolsas de polipropileno	U	12	0,10	1,20
Jabón líquido para vajillas	U	1	1,00	1,00
Papel toalla	U	1	2	2,00
				160,20
Material Bibliográfico y fotocopias				
Esferos.	U	4	0,50	2,00
Cuaderno	U	1	1,25	1,25
				3,25
Gastos varios				
Computadoras	H	420	0,114	47,88
Internet	H	600	0,095	57,00
Luz	H	900	0,030	27,00
Trasporte	D	180	3	360
Alimentación	D	120	3	360
				851,88
Sub total				
Análisis de laboratorio				456

Total	1612,17
--------------	---------

5. CONCLUSIONES

- Los análisis proximales realizados a las semillas cocidas de quinoa mostraron un contenido de humedad total (74,75 %), reflejo del proceso de cocción, proteína (4,05%), grasa (1,32 %), presencia de fibra (1,17 %) y carbohidratos (17,68 %). Estos resultados confirman que tanto la harina de soya como la quinoa cocida constituyen ingredientes funcionales complementarios, aptos para el desarrollo de la carne vegetal equilibrada en términos nutricionales y sensoriales. Mientras la harina de germinados tiene bajo contenido de humedad total (6,56 %) garantiza estabilidad durante el almacenamiento, evidencia un perfil nutricional altamente favorable para su uso en alimentos proteicos. Con un 42,39 % de proteína y un 11,49 % de grasa, fibra (5,89%) y carbohidratos (28,74%), esta materia prima destaca por su aporte energético y estructural en formulaciones alimentarias.
- La selección del mejor tratamiento se realizó mediante un análisis exhaustivo de parámetros fisicoquímicos y sensoriales. El tratamiento (T₂) es el más destacado entre los evaluados, presenta el mayor contenido de proteína (23,00 %), lo cual es deseable desde el punto de vista nutricional. Además, fue bien valorado en los atributos sensoriales de color, textura y aceptabilidad, lo que refleja una alta aceptación por parte de los evaluadores. Aunque obtuvo un pH de 6,68 que está dentro de lo permitido por INEN 1347 y una acidez de 0,15 que mantiene un sabor suave sin acidez perceptible, no fue el mejor tratamiento en estos parámetros, la combinación de su aporte nutricional y su buena percepción sensorial lo posicionan como el tratamiento más completo y equilibrado dentro del estudio.
- El Tratamiento 2 se destacó como la mejor formulación de carne vegetal evaluada, presentando con un bajo recuento de aerobios mesófilos (87 UFC/g) y la ausencia de E. coli reflejan un adecuado control sanitario durante su producción, garantizando un producto seguro para el consumo. Nutricionalmente, su contenido proteico del 23,00 % confirma su valor como fuente de proteína vegetal, mientras que los niveles moderados de grasa (3,73 %) y fibra (4,32 %), junto con un alto porcentaje de carbohidratos (49,96 %), ofrecen un perfil equilibrado que puede contribuir al mantenimiento energético y funcional del organismo.

- El análisis de costos de producción del Tratamiento 2, obtuvo un costo total de producción de \$5,60; se obtuvieron 2 unidades de 100 gramos cada una, lo que representa un costo unitario de \$2,80. Este resultado evidencia que el producto es accesible desde el punto de vista económico. Su bajo costo, junto con una formulación eficiente, lo convierte en una alternativa favorable para una posible producción a mayor escala, con potencial para insertarse en el mercado de productos vegetales como una opción saludable y sostenible.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida útil con análisis microbiológico periódico, considerando diferentes condiciones de envasado (al vacío, atmósfera modificada) y almacenamiento (refrigerado y congelado), para establecer la estabilidad del producto en el tiempo.
- Evaluar el comportamiento reológico de la mezcla base y del producto final, a fin de correlacionar sus propiedades mecánicas (como firmeza, elasticidad y cohesividad) con las percepciones texturales obtenidas en las pruebas sensoriales.
- Estudiar la funcionalidad de ingredientes alternativos, como aglutinantes y emulsionantes naturales (ejemplo: fibras vegetales o proteínas texturizadas), para mejorar la estabilidad estructural y evitar el uso de aditivos sintéticos.
- Promover el uso de ingredientes de origen local y agroecológico, tanto por su impacto ambiental reducido como por su contribución al desarrollo de cadenas de valor sostenibles en zonas productoras de quinoa y soya.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aluko, E. (2024). Extracción de annato (*Bixa orellana* L.) con base de etanol y caracterización de la bixina y la norbixina. *ACS Omega*, 9(16), 18273–18277. doi:<https://doi.org/10.1021/acsomega.3c10120>

Álvarez, J. (2021). *Estudio y modelización del proceso de germinación de semillas de triticale sometidas a tratamiento magnético*. [Tesis doctoral; Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional. doi:<https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.66821>

- Amancha, C. (2020). *Elaboración de relleno de pie de maracuyá con el empleo de 10, 20, 30% de harina de quinua (Chenopodium quinoa), soya (Glycine Max) y chocho (Lupinus Mutabilis) como sustitutos parciales de la maicena. [Licenciatura a en Gestión Gastronómica; ESPOCH]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14184>*
- Angulo, J., Flores, A., Rodríguez, R., Aguilar, C., & Serna, L. (2023). Propiedades nutritivas y tecno funcionales de barras de pseudocereales adicionadas con soya, mango y granada. *Scielo*, 73(1), 19-31. doi:<https://doi.org/10.37527/2023.73.1.003>
- Anusha, S., Khalifa, I., Yin, T., Morsy, M., Khoder, R., Saludin, M., . . . Khalid, N. (2024). Valorización de proteínas vegetales para el diseño de análogos de carne: una revisión exhaustiva. *Springer nature*, 250, 2479-2513. doi:<https://doi.org/10.1007/s00217-024-04565-1>
- Arias, G., Flores, L., Jaramillo, E., & Orbe, A. (2024). El uso de la remolacha como colorante vegetal. 5(9), 135-155. doi:<https://doi.org/10.56519/m97mna95>
- Arrieta, A. (2021). *Importancia de los Germinados Para el Consumo Humano. [Trabajo de pregrado-microrbiología industrial; Unoversidad de Santander]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/5646>*
- Arteaga , D., & Paredes, J. (2024). *Evaluación sensorial y vida útil de una hamburguesa vegetal elaborada a base de harina de tarwi (Lupinus mutabilis), quinua (Chenopodium quinoa) y sacha inchi (Plukenetia volubilis). [Tesis-Ingeniería Agroindustrial; Universidad Nacional del Santo]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4929>*
- Baltazar, A. (2024). *Evaluación fisicoquímica y antioxidante de un producto de panificación adicionado con harina de germinados de cebada. [Licenciatura en química de alimentos; Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/4932>*
- Bohorquez, M. (2021). *Caracterización fisicoquímica, microbiológica y nutricional de una carne tipo vegana a base de soya (Glycine max) y gandul (Cajanus cajan). [Tesis-Ingeniería agrícola mención agroindustrial; Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. Obtenido de*

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BOHORQUEZ%20SARVIA%20MARIA%20FERNANDA.pdf>

- Boscán, J., & Pérez, S. (2023). Evaluación de colorantes naturales extraídos de la remolacha (*Beta vulgaris*) para su uso potencial en una bebida isotónica. *Uclave*, 2(21), 5-24. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.10389212>
- Calle, S. (2023). Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa. *Ciencia latina*, 7(4), 1865 - 1879. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7016
- Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scielo*, 13(3), 209 - 220. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207799172022000300209
- Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scielo*, 13(3), 209-220. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207799172022000300209
- Carrasco, Y., & Heredia, O. (2023). *Efecto de las proporciones de suero lácteo y leche de soja (Glycine max) en la aceptabilidad de una bebida tipo yogurt. [Ingeniería de industrias alimentarias; Universidad Agraria del Ecuador]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/13060>
- Castañeda, A., Gonzáles, L., Granados, M., & Chávez, U. (2020). Goma guar: un aliado en la industria alimentaria. *Uaeh*, 7(14), 107-111. doi:<https://doi.org/10.29057/icbi.v7i14.4988>
- Castillo, W. (2021). *Desarrollo de productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de harina de Quinoa (Chenopodium quinoa) y Cañihua (Chenopodium pallidicaule) germinado. [Doctorado; UNS]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/268918>
- Castro, J., & Chia, L. (2021). *Evaluación del aporte nutricional y riesgos para la salud asociados al consumo de germinados. (Especialización en Seguridad Alimentaria;*

- Universidad de Pamplona*). Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4301>
- Cayambe, F. (2024). *Caracterización De Germinado De Quinoa (Chenopodium quinoa)*. [Tesis - Ingeniería Agroindustrial-, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13324>
- Cayambe, J. (2023). *Utilización del tinte de pepa de achiote con diferentes niveles de ácido cítrico en el teñido de lana de ovino*. [Tesis - Ingeniería en Industrias Pecuarias; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/21154>
- Cedeño, E., & Santana, R. (2020). *Propuesta de elaboración de carne vegetal a base de chocho (Lupinus mutabilis) empacada al vacío aumentando su valor proteico*. [Tesis - Licenciatura en Gastronomía; Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/items/3de3783c-eb88-494f-9a6d-16e6202596f2>
- Chimbolema, W. (2021). *Caracterización de yogurt tipo III utilizando la betalaína de tuna roja (Opuntia ficus-indica) como colorante*. [Tesis-Ingeniería en Industrias Pecuarias; Ingeniería Agroindustrial; Universidad Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/15523>
- Choez, V., Cruz, O., & Valdés, R. (2022). Efecto del Cytokin® en el rendimiento de la soya (*Glycine max* L. merrill) en Ecuador. *Unah*, 12(3), 28-32. doi:<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1619>
- Cieza, R. (2022). *Efecto del biol de estiércol de cuy y vacuno en el rendimiento de la soya (Glycine max L.) en un suelo aluvial*. [Ingeniería agronomica; Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6524900>
- Crimarco, A., Landry, M., Carter, M., & Gardner, C. (2022). Evaluación de los efectos de las carnes alternativas de origen vegetal frente a las carnes animales sobre los biomarcadores de la inflamación: un análisis secundario del ensayo cruzado aleatorizado SWAP-MEAT. *National library of medicine*, 11(82), 1 - 5. doi: 10.1017/jns.2022.84

- Cuenca, E. (2020). *Efecto de la suplementación aguda con zumo de remolacha en el rendimiento aeróbico y anaeróbico*. [Tesis-Doctorado en Biomedicina por la Universidad de Barcelona; Universidad de Barcelona]. Dialnet. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=310067>
- García, G. (2023). Investigación cualitativa desde el método de la investigación acción. *Unica*, 24(51), 196 - 210. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.10048464>
- Gobierno de Australia Occidental. (2018). *Aspectos nutricionales de la quinua*. Obtenido de Departamento de Industrias Primarias y Desarrollo Regional: <https://www.agric.wa.gov.au/irrigated-crops/nutritional-aspects-quinua>
- Guardianelli, L. (2022). *Mejora nutricional de harinas de amaranto y quinua*. [Tesis de doctorado; Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/135132>
- Guillermo, M., & Paredes, M. (2022). *Contenido de nutrientes y antinutrientes de harina de semilla de calabaza (Curcubita ficifolia) germinada*. [Tesis- Ingeniería Agroindustrial; Universidad Nacional del Centro de Perú]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8623>
- Gutierrez, M., & Siche, R. (2022). Producción de salchichas saludables: Una revisión de los sustitutos de origen vegetal para grasa, carne y sales. *Scielo*, 19(4), 379-389. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S241410462022000400379
- Hidalgo, B. (2022). *Uso de colorantes alimentarios (artificiales y naturales) y su impacto en la salud: revisión de la literatura*. [Tesis - Ingeniería Agroindustrial; Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9714>
- Huaraca , R., Tapia , F., Kari, A., & Alvarez, C. (2021). Contenido mineral y proteína en germinados de quinua (Chenopodium quinoa Willd). *Scielo*, 5(15), 516-522. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.134>

- Jácome, J. (2023). *Incidencia del ahumado líquido en las propiedades bromatológicas de los muslos de pollo. [Tesis-Ingeniería Agroindustrial; Universidad Técnica del Norte]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15358>
- Jácome, S. (2021). *Evaluación nutricional de una carne vegetal a partir de gandul (Cajanus cajan) y lenteja (Lens culinaris), fortificada con chía (Salvia hispanica) empacada al vacío. [Tesis-Ingeniería agrícola mención agroindustrial; Universidad Agraria del Ecuador]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JACOME%20REYES%20SARLY%20DEYANIRA.pdf>
- Jang, J., & Woo Lee, D. (2024). Avances en análogos de carne de origen vegetal que mejoran los atributos sensoriales y nutricionales. 8(50). doi:<https://doi.org/10.1038/s41538-024-00292-9>
- Janifer, X., Sahana, S., Dimple, V., & Om, C. (2025). Tendencias futuras en la carne de origen vegetal: percepción del consumidor, crecimiento del mercado y beneficios para la salud. *Elsevier*, 11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100551>
- Jaramillo, M. (2022). *Estudio comparativo de la efectividad de conservación entre conservantes naturales y conservantes tradicionales empleados en alimentos. [Examen Complejivo Ingeniería en Alimentos; Universidad Técnica de Machala]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18474>
- Kuffo, E., Guadamud, W., & Muñoz, J. (2024). Actividad antioxidante y propiedades sensoriales en bebida de soya y guayaba edulcorada con stevia. *Scielo*, 6(10), 22-37. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S266503042024000100022
- Lee, H., Hernandez, P., Rosales, C., Roque, J., & Ponce, J. (2019). Soya (Glycine max) termoprocesada entera o molida en la digestibilidad In vitro, balance de nitrógeno y comportamiento productivo en corderas. *Scielo*, 6(18), 587-593. doi:<https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2229>

- Linares, G., & Vega, V. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la producción y exportación de un portafolio de productos hechos de carne vegetal a base de tarwi y arveja para el mercado chino. [Tesis - Ingeniería industria; Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/25788>
- Liria, J. (2022). Áreas de endemismo de Ecuador: un análisis a partir de datos de distribución de especies de plantas, animales y hongos. *Mexicana de Biodiversidad*, 93, 1-11. doi:<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4031>
- Mamani, E. (2024). Química de alimentos Plant-based, alternativas a la carne. *Scielo*, 41(3), 127-134. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025054602024000300047
- Mariño, C. (2024). *Elaboración de una bebida fermentada no láctea a base de leche de soja Glycine Max L. [Tesis ingeniería agroindustria; Universidad Técnica de Babahoyo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16363>
- Martin, T., & Giner, S. (2024). Transferencia de materia, expansión volumétrica e inactivación de factores antinutricionales durante el remojo de soja. *Unlp*(1). doi:<https://doi.org/10.24215/30089336e004>
- Mera, C., Zenteno, M., Bosquez, J., & Castañeda, M. (2021). Evaluación morfológica y rendimiento de la variedad de soja (Glycine max l. Merrill) Iniap 307 en respuesta a la fertilización orgánica y mineral. *Ecociencia*, 8(6), 64-76. doi:<https://doi.org/10.21855/ecociencia.86.615>
- Moreno, G., & Flores, D. (2023). *Efectos negativos sobre el consumo de carne en humanos. [Medicina veterinaria zootecnista; Universidad Cooperativa de Colombia]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12494/48944>
- Nina, E. (2021). *Capacidad antioxidante, contenido proteico y hierro en el proceso de germinado y secado de la cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen). [Ingeniería en industrias alimentarias, Universidad Nacional de Juliaca]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/184>
- NTE INEN 1346. (2015). Carne y productos cárnicos, carne molida, requisitos. *Norma técnica ecuatoriana*, 1-8. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/472762793/nte-inen->

1346-carne-molida

- NTE INEN 1673. (2013). Quinoa. Requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana*, 1 - 8. Obtenido de https://kupdf.net/download/norma-inen_65819482e2b6f5b320687eb3_pdf
- Paredes, M., & Albarrán, N. (2023). Energía metabolizable aparente y digestibilidad de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa*) en pavos de 5 y 10 semanas de edad. *Scielo*, 34(5), 1-12. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v34i5.26372>
- Paucarchuco, J., & Vilchez, J. (2024). Aplicación alimentaria de la quinua germinada y valorización de sus propiedades nutricionales, biológicas y funcionales: Una revisión sistemática. *Scielo*, 26(2), 105-118. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2024.599>
- Peñaranda, L. (2023). *Estudio de factibilidad para la creación de una comercializadora de germinados en la ciudad de Cúcuta. [Trabano de pregrado - Administración de empresas; Universidad Francisco de Paula Santander]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/8062>
- Pérez, C. (2022). *Microencapsulación de compuestos fenólicos de la planta de sunfo (Clionopodium nubigenum Kunth Kuntze), mediante secado por aspersion. [Tesis - Maestría en Agroindustrial, Mención Tecnología de Alimentos; Universidad Técnica de Cotopaxi]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9076>
- Ponte, N. (2023). *El futuro de la alimentación: los sustitutos de la carne y la percepción de consumo en Argentina. [Licenciatura en nutrición; Universidad Isalud]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/handle/123456789/562>
- Pozo, R., Barahona, A., Tigasig, J., & Vivar, M. (2024). Obtención de colorantes vegetales como recurso didáctico en los laboratorios de biología. *Cátedra*, 7(1), 112-128. doi:<https://doi.org/10.29166/catedra.v7i1.5655>
- Prudencio, F. (2018). *Efecto de una preparación de carne de frijol rojo (P. vulgaris) y quinua blanca (C. quinoa) sobre la aceptabilidad y el valor nutricional en vegetarianos. [Licenciatura en nutrición humana; Universidad Alas Peruanas]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12990/3208>

- Quesada, D., & Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Nutrición clínica y metabolismo*, 2(1), 79-86. Obtenido de <https://doi.org/10.35454/rncm.v2n1.063>
- Raj, J., Hevlin, S., Vats, D., & Prakash, O. (2025). Tendencias futuras de la carne vegetal: percepción del consumidor, crecimiento del mercado y beneficios para la salud. *Elsevier*, 11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100551>
- Ramos, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *Cienciamérica*, 10(1), 1 - 7. Obtenido de <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356>
- Reséndiz, G., Alarcón, B., Villegas, I., Albores, S., & Aranda, G. (2022). Composición nutricional de la carne equina y grado de sustitución de la carne bovina por equina en expendios de la Ciudad de México. *Scielo*, 12(3), 742-755. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711242021000300742
- Reyes, S., & Oyola, M. (2020). Conocimientos sobre alimentación saludable en estudiantes de una universidad pública. *Scielo*, 47(1), 67 - 72. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000100067
- Ricaurte, P., & Ayavaca, E. (2020). *Análisis proximal del agregado de soya en polvo (glycine max) a carne molida para la elaboración de hamburguesas. [Tesis - Ingeniería Agroindustrial; Universidad Nacional de Chimborazo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7249>
- Sánchez, D. (2013). *Elaboración de hamburguesas vegetarianas con diferentes productos naturales (avena, lenteja) empacadas al vacío. Riobamba 2013. [Tesis-Licenciatura en gestión gastronómica; Escuela Politécnica de Chimborazo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10284>
- Sánchez, M., Fernández, M., & Díaz, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Scielo*, 8(1), 113 - 128. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S263127862021000300107
- Sauvu, C., Nápoles, M., Falcón, A., Lamz, A., & Ruiz, M. (2020). Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scielo*, 41(3), 1-14.

Obtenido de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362020000300

002

Severiano, P. (2021). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Scielo*, 7(19), 47-68.

doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>

Shiguango, L. (2020). *Evaluación de colorantes naturales achiote (Bixa orellana L.), cúrcuma (Cúrcuma longa L.) y zanahoria (Daucus carota L.), en la elaboración de Chorizo de Pollo. [Tesis-ingeniería agroindustrial; Universidad Estatal Amazónica]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/905>

Toomer, O., Oviedo, E., Ali, M., Patino, D., José, M., Frinsko, M., . . . Mian, R. (2023). Prácticas agronómicas actuales, cosecha y procesamiento poscosecha de soja (*Glycine max*). *Mdpi*, 13(2). doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy13020427>

Tulcán , M. (2020). *Comparación de metodologías para determinación de humedad total en trigo importado variedad Canada Western Red Spring (CWRS). [Tesis-Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos; Universidad De Las Américas]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12190>

Vásquez, A., Guanuchi, L., Cahuana, R., Vera, R., & Holgado, J. (2023). *Métodos de investigación científica*. Obtenido de <https://doi.org/10.35622/inudi.b.094>

Vásquez, B. (2022). *Modelos factoriales y métodos multicriterio para la optimización de las condiciones de germinación de quinua para consumo. [Tesis-Ingeniería en alimentos; Universidad del Azuay]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11584>

Vigo, D. (2022). *Efecto de la soja (Glycine max) en el desarrollo y producción de colmenas de abejas (Apls melllllfera) en Cayalti - Lambayeque. [Ingeniería zootecnista; Universidad Nacional de Cajamarca]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5009>

Villarroel, L. (2022). *Valorización del lupino (lupinus mutabilis) y del subproducto de lavado de las semillas, mediante la producción de carne vegetal, sustituto lácteo y extracción de principios bioactivos. [TIC - Agroindustrial; Escuela Politécnica Nacional]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22430>

- Villegas, E. (2022). *Inducción de resistencia a roya asiática causada por Phakopsora pachyrhizi en soja (Glycine max)*. [Doctorado en ciencias en la especialidad de biotecnología; Centro de investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.cinvestav.mx/handle/cinvestav/4076>
- Wang, Y., Do, T., Marshall, L., Boesch, C., & . (2023). Efecto del consumo de zumo de remolacha roja durante dos semanas sobre la modulación de la microbiota intestinal en voluntarios humanos sanos: un estudio piloto. *Elsevier*, 1-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134989>
- Wei, T., Qin, P., & Jianhua, L. (2025). Carne vegetal: influencia de las interacciones proteínopolisacárido y las técnicas de procesamiento en la textura. *Elsevier*, 202. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115673>
- Yucra, T., & Bernedo , L. (2020). Epistemología e Investigación Cuantitativa. *Igobernanza*, 3(12), 107 - 120. doi:<https://doi.org/10.47865/igob.vol3.2020.88>
- Zapata , D., & Barrionuevo, J. (2020). *Creación de una empresa de comercialización y producción de carne a base de cáscara de plátano maduro*. [Organización de empresas; Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31139>