

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA



CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE
HAMBURGUESAS VEGETALES A BASE DE SOYA
CONTENIENDO HARINA DE TRIGO, ARVEJA,
GARBANZO, QUINUA Y CAÑIHUA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autores : Bach. Ander Altamirano Carrasco
Bach. Gladis Amelia Perez Alberca
Asesores : Dr. Juan Dario Rios Mera
Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano

Línea de investigación: LI_IIA_02: Desarrollo y Caracterización de Productos

JAÉN – PERÚ, FEBRERO, 2026

Ander Altamirano Carrasco Gladis Amelia Perez Alb...

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE HAMBURGUESAS VEGETALES A BASE DE SOYA CONTENIENDO HARINA DE TRI...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3604239912

78 páginas

Fecha de entrega

30 jun 2026, 10:25 a.m. GMT-5

13.512 palabras

79.800 caracteres

Fecha de descarga

30 jun 2026, 10:27 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

S_AMELIA_PEREZ_ALBERCA-INFORME_-_GLADIS_AMELIA_PEREZ_ALBERCA.pdf

Tamaño del archivo

2.7 MB



Dra. María Marleni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
98 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marleni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 08 de junio del año 2026, siendo las 11:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Eliana Milagros Cabrejos Barrios

Secretario : Dr. Gary Charly García Guevara

Vocal : M. Cs. Adán Díaz Ruiz

para evaluar la Sustentación de:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE HAMBURGUESAS VEGETALES A BASE DE SOYA CONTENIENDO HARINA DE TRIGO, ARVEJA, GARBANZO, QUINUA, CAÑIHUA"** presentado por los tesisistas **Ander Altamirano Carrasco** y **Gladis Amelia Perez Alberca** de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 o menos | () |

Siendo las 11:51 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 08 de junio de 2026

Dra. Eliana Milagros Cabrejos Barrios
Presidente

Dr. Gary Charly García Guevara
Secretario

M. Cs. Adán Díaz Ruiz
Vocal

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, **Ander Altamirano Carrasco**, egresado de la carrera Profesional de **Ingeniería de Industrias Alimentarias** de la Facultad de **Ingeniería** de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **73537539**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“Desarrollo y caracterización de hamburguesas vegetales a base de soya conteniendo harina de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua”.

Asesorado por **Dr. Juan Dario Rios Mera y el Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano**.

El mismo que presento bajo la modalidad de **tesis** para optar; el Título

Profesional/Grado Académico de **Ingeniero de Industrias Alimentarias**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 20, Julio y 2026.



Ander Altamirano Carrasco.

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, **Gladis Amelia Perez Alberca**, egresado de la carrera Profesional de **Ingeniería de Industrias Alimentarias** de la Facultad de **Ingeniería** de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **71499356**.

Declaro bajo juramento que:

7. Soy Autor del trabajo titulado:

“Desarrollo y caracterización de hamburguesas vegetales a base de soya conteniendo harina de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua”.

Asesorado por **Dr. Juan Dario Rios Mera y el Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano**.

El mismo que presento bajo la modalidad de **tesis** para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniero de Industrias Alimentarias**.

8. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
9. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
10. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
11. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
12. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 20, Julio y 2026.



Gladis Amelia Perez Alberca.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1. Lugar de ejecución.....	6
2.2. Materiales	7
2.3. Metodología.....	7
2.3.1. Variables.....	7
2.3.2. Obtención de masa de soya amarilla (Glycine max)	8
2.3.3. Obtención del jugo de remolacha (Beta vulgaris)	9
2.3.4. Elaboración y obtención de hamburguesa vegetal	11
2.4. Métodos de análisis	14
2.4.1. Composición proximal	14
2.4.2. Color instrumental	17
2.4.3. Análisis del perfil de la textura (TPA).....	17
2.4.4. Pérdidas por cocción.....	17
2.4.5. Aceptación sensorial, free comment e intención de compra	18
2.4.6. Diseño experimental	19
2.4.7. Análisis de datos.....	20
III. RESULTADOS	21
3.1. Composición proximal en las hamburguesas vegetales	21
3.1.1. Humedad.....	21
3.1.2. Cenizas.....	22
3.1.3. Proteínas	22
3.1.4. Grasas	23

3.1.5.	Fibra bruta.....	24
3.1.6.	Carbohidratos.....	25
3.2.	Color instrumental de las hamburguesas en su estado crudo y cocido	26
3.2.1.	Crudo	26
3.2.2.	Cocido.....	29
3.3.	Textura instrumental de las hamburguesas vegetales.....	31
3.3.1.	Firmeza	31
3.3.2.	Cohesión	32
3.3.3.	Elasticidad	33
3.3.4.	Masticabilidad	33
3.4.	Pérdidas por cocción de las hamburguesas.....	34
3.5.	Características sensoriales y aceptabilidad de las hamburguesas.....	35
3.5.1.	Características sensoriales	35
3.5.2.	Aceptabilidad sensorial de las hamburguesas	39
3.6.	Intención de compra de las hamburguesas	40
IV.	DISCUSIÓN	42
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1.	Conclusiones.....	44
5.2.	Recomendaciones	45
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
	AGRADECIMIENTO	49
	DEDICATORIA.....	50
VII.	ANEXOS	51
	Anexo 1. <i>Proceso de la elaboración de las hamburguesas</i>	51
	Anexo 2. <i>Resultado final de las hamburguesas</i>	54
	Anexo 3. <i>Desarrollo de los análisis fisicoquímicos de las hamburguesas</i>	55
	Anexo 4. <i>Evidencia del análisis sensorial</i>	58

Anexo 5. <i>Ficha de evaluación sensorial</i>	59
Anexo 6. <i>Ficha de consentimiento libre e informado</i>	61
Anexo 7. <i>Análisis de datos de la composición proximal de las hamburguesas</i>	63
Anexo 8. <i>Producción científica</i>	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Formulación de los tratamientos de hamburguesa</i>	13
Tabla 2 <i>Categorización de los términos sensoriales generados</i>	36
Tabla 3 <i>Tabla de contingencia de las frecuencias de los atributos de los cinco tratamientos de las hamburguesas</i>	37
Tabla 4 <i>Supuestos del análisis de humedad</i>	63
Tabla 5 <i>Supuestos del análisis de proteínas</i>	63
Tabla 6 <i>Supuestos del análisis de grasas</i>	63
Tabla 7 <i>Supuestos del análisis de fibra bruta</i>	63
Tabla 8 <i>Supuestos del análisis de carbohidratos</i>	63
Tabla 9 <i>Supuestos del análisis de (L*) crudo</i>	64
Tabla 10 <i>Supuestos del análisis de (L*) cocido</i>	64
Tabla 11 <i>Supuestos del análisis de intensidad de rojo (a*) crudo</i>	64
Tabla 12 <i>Supuestos del análisis de intensidad de rojo (a*) cocido</i>	64
Tabla 13 <i>Supuestos del análisis de intensidad de amarillo (b*) crudo</i>	64
Tabla 14 <i>Supuestos del análisis de intensidad de amarillo (b*) cocido</i>	65
Tabla 15 <i>Supuestos del análisis de firmeza</i>	65
Tabla 16 <i>Supuestos del análisis de cohesión</i>	65
Tabla 17 <i>Supuestos del análisis de elasticidad</i>	65
Tabla 18 <i>Supuestos del análisis de masticabilidad</i>	65
Tabla 19 <i>Supuestos del análisis de pérdidas por cocción</i>	66
Tabla 20 <i>Análisis de la varianza de humedad</i>	66
Tabla 21 <i>Análisis de varianza de proteínas</i>	66
Tabla 22 <i>Análisis de varianza de grasas</i>	66
Tabla 23 <i>Análisis de varianza de fibra bruta</i>	67
Tabla 24 <i>Análisis de varianza de carbohidratos</i>	67
Tabla 25 <i>Análisis de varianza de luminosidad (L*) crudo</i>	67
Tabla 26 <i>Análisis de varianza de luminosidad (L*) cocido</i>	67
Tabla 27 <i>Análisis de varianza de intensidad de rojo (a*) crudo</i>	68
Tabla 28 <i>Análisis de varianza de intensidad de rojo (a*) cocido</i>	68
Tabla 29 <i>Análisis de varianza de intensidad de amarillo (b*) crudo</i>	68
Tabla 30 <i>Análisis de varianza de intensidad de amarillo (b*) cocido</i>	68
Tabla 31 <i>Análisis de varianza de firmeza</i>	69

Tabla 32	<i>Análisis de varianza de cohesión.....</i>	69
Tabla 33	<i>Análisis de varianza de elasticidad</i>	69
Tabla 34	<i>Análisis de varianza de masticabilidad</i>	69
Tabla 35	<i>Análisis de varianza de pérdidas por cocción.....</i>	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Obtención de masa de soya amarilla</i>	8
Figura 2 <i>Obtención del jugo de remolacha</i>	10
Figura 3 <i>Diagrama de flujo para la obtención de las hamburguesas</i>	12
Figura 4 <i>Esquema referencial bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)</i>	19
Figura 5 <i>Esquema experimental de las hamburguesas vegetales</i>	20
Figura 6 <i>Porcentaje de humedad de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	21
Figura 7 <i>Porcentaje de cenizas de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	22
Figura 8 <i>Porcentaje de proteínas de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	23
Figura 9 <i>Porcentaje de grasas de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	24
Figura 10 <i>Porcentaje de fibra bruta de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	25
Figura 11 <i>Porcentaje de carbohidratos de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	26
Figura 12 <i>Luminosidad (L^*) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado crudo</i>	27
Figura 13 <i>Intensidad de rojo (a^*) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado crudo</i>	27
Figura 14 <i>Intensidad de amarillo (b^*) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado crudo</i>	28
Figura 15 <i>Luminosidad (L^*) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado cocido</i>	29
Figura 16 <i>Intensidad de rojo (a^*) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado cocido</i>	30
Figura 17 <i>Intensidad de amarillo (b^*) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado cocido</i>	31

Figura 18	<i>Firmeza de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	31
Figura 19	<i>Cohesión de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	32
Figura 20	<i>Elasticidad de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales .</i>	33
Figura 21	<i>Masticabilidad de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales</i>	34
Figura 22	<i>Pérdidas por cocción de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales.....</i>	34
Figura.23	<i>Términos del análisis sensorial (a) y tratamientos de las hamburguesas (b)</i>	39
Figura 24	<i>Aceptabilidad general de las hamburguesas</i>	40
Figura 25	<i>Resultados de intención de compra de las hamburguesas</i>	41
Figura 26	<i>Recepción de la materia prima e insumos</i>	51
Figura 27	<i>Remojo, cocción y molienda de los granos de soya.....</i>	51
Figura 28	<i>Extracción del jugo de remolacha</i>	52
Figura 29	<i>Formulación y pesado de la materia prima e insumos</i>	52
Figura 30	<i>Mezclado homogéneo de la materia prima e insumos</i>	53
Figura 31	<i>Pesado de los 5 tratamientos</i>	53
Figura 32	<i>Formación de las hamburguesas</i>	54
Figura 33	<i>Hamburguesas crudas.....</i>	54
Figura 34	<i>Hamburguesas cocidas</i>	54
Figura 35	<i>Determinación de humedad</i>	55
Figura 36	<i>Informe de resultados de análisis proximal.....</i>	56
Figura 37	<i>Análisis de color instrumental</i>	57
Figura 38	<i>Análisis de textura Instrumental</i>	57
Figura 39	<i>Análisis de pérdidas por cocción</i>	58
Figura 40	<i>Cocción y análisis sensorial de las hamburguesas.....</i>	58
Figura 41	<i>Divulgación en evento científico.....</i>	70

RESUMEN

Las hamburguesas de origen vegetal son alternativas sostenibles a los productos cárnicos, pero estudios comparativos de aplicación de harinas vegetales en hamburguesa vegetal son escasos. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar y caracterizar hamburguesa a base de soya conteniendo harina de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua. Fueron evaluadas la composición proximal, color instrumental (luminosidad L^* , intensidad de rojo a^* e intensidad de amarillo b^*), perfil de textura instrumental (firmeza, elasticidad, cohesión y masticabilidad), pérdidas por cocción, características sensoriales, aceptabilidad sensorial e intención de compra. La hamburguesa con harina de quinua destacó por mayor contenido proteico, mientras que la hamburguesa de cañihua presentó un mayor porcentaje de fibra. Las hamburguesas de quinua y garbanzo fueron las que obtuvieron mayor luminosidad (L^*), contrario a la hamburguesa de cañihua. No fueron observadas diferencias en el perfil de textura y pérdidas por cocción. La hamburguesa de garbanzo fue la más aceptable por los consumidores, caracterizada como “sabroso”, “suave” y “jugoso”. La hamburguesa de cañihua fue la menos valorada, debido a sus atributos “amargo”, “arenoso”, “marrón”, “quemado” y “seco”. La hamburguesa de garbanzo obtuvo la mayor intención de compra, por lo que puede ser una alternativa sostenible para el rubro de la industria alimentaria.

Palabras clave: Análogo de carne, Soya, Harinas vegetales, Vegano.

ABSTRACT

Plant-based burgers are sustainable alternatives to meat products, but comparative studies on the application of plant-based flours in these burgers are scarce. This study aimed to develop and characterize soy-based burgers containing wheat, pea, chickpea, quinoa, and cañihua flours. The following were evaluated: proximate composition, instrumental color (lightness L^* , red intensity a^* , and yellow intensity b^*), instrumental texture profile (firmness, elasticity, cohesion, and chewiness), cooking losses, sensory characteristics, sensory acceptability, and purchase intention. The burger with quinoa flour stood out for its higher protein content, while the cañihua burger had a higher percentage of fiber. The quinoa and chickpea burgers obtained the highest lightness (L^*), unlike the cañihua burger. No differences were observed in the texture profile or cooking losses. The chickpea burger was the most acceptable to consumers, described as "tasty," "soft," and "juicy." The cañihua burger received the lowest rating due to its "bitter," "sandy," "brown," "burnt," and "dry" characteristics. The chickpea burger garnered the highest purchase intent, suggesting it could be a sustainable alternative for the food industry.

Keywords: Meat analogue, Soy, Vegetable flours, Vegan.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el consumo de productos cárnicos ha tenido un alto índice de demanda debido a la sobrepoblación humana a nivel mundial, ocasionando un impacto ambiental negativo por medio de los gases de efecto invernadero (GEI). Este impacto de cierta forma hizo que el sector de la agricultura global genere un promedio del 12% de GEI, excluyendo los cambios en el uso de la tierra y la silvicultura (Szenderák et al., 2022).

Más allá de este escenario, es indudable el aporte nutricional de las carnes, principalmente por el aporte proteico, compuesto por la mayoría de los aminoácidos esenciales (De Marchi et al., 2021). Sin embargo, el aporte nutricional de la carne puede alterarse cuando es sometida a diversos procesamiento para obtener productos cárnicos, tales como hamburguesas o embutidos.

El consumo excesivo de carnes procesadas ha sido asociado a enfermedades como cáncer, diabetes y enfermedades cardiovasculares (Bouvard et al., 2015; Szenderák et al., 2022); por lo tanto, de una perspectiva en la innovación de un producto, se está emergiendo como una alternativa a la carne, dando una posible solución a la salud humana debido al exceso de consumo de carne. Los productos vegetales además podrían contribuir en la reducción de los GEI mejorando así el ecosistema y a las especies que habitan en ella (Szenderák et al., 2022). Por lo tanto, el desarrollo de alimentos a base de plantas es una necesidad actual desde la perspectiva de salud y ambiental. No obstante, para la realidad peruana, son limitadas las investigaciones sobre la opinión de los consumidores hacia los análogos vegetales de carne, así como los aspectos tecnológicos relacionados a las características fisicoquímicas del producto.

De este modo surgieron investigaciones que respaldan y fortalecen a este estudio, tales como le evidencia De Marchi et al. (2021) en hamburguesas de carne y vegetales, quienes reportaron que ambos tipos de producto pueden presentar perfil nutricional parecido, conteniendo minerales como magnesio, fósforo, sodio, azufre, calcio y potasio; asimismo, las hamburguesas de origen vegetal tienen una mayor presencia de ácidos grasos poliinsaturados, siendo el omega-6 cuatro veces superior al de las hamburguesas de carne. Por otro lado, estudiaron el perfil nutricional en hamburguesas vegetales y convencionales (de carne). En sus

resultados mostraron que ambos tipos de hamburguesa contienen perfil proteico y lipídico parecidos. Los minerales más frecuentes en ambos productos fueron potasio, magnesio, sodio, fósforo y azufre, sin embargo, las hamburguesas vegetales tuvieron menor contenido de zinc que las hamburguesas de carne.

Botella-Martínez et al. (2022) desarrollaron hamburguesas vegetales utilizando emulsiones gelificadas con aceite de chía y cáñamo como fuente lipídica, y jugo de remolacha como colorante. Las hamburguesas lograron un contenido de grasa menor al 3% y un perfil lipídico con más del 57% de ácidos grasos poliinsaturados. El contenido proteico varió entre 18.6% y 19.5%, mientras que la fibra dietética fue de 14.5% a 16.2%. Además, el jugo de remolacha permitió obtener un color similar al de las hamburguesas de carne tradicionales.

Bosquez et al. (2024) elaboraron una hamburguesa vegana conteniendo chocho y soya. Ambas formulaciones influyeron en las características sensoriales principalmente en la textura y en los altos valores proteicos en el producto final. Emplearon 6 tratamientos (T1-T6) de los cuales el último (T6) presentó un porcentaje del 80% de chocho y el 12% fue de soya texturizada y goma xantana. Concluyeron que en dicho tratamiento no se evidenció cambios estadísticos con el resto de los tratamientos en las cualidades como color, olor y sabor, siendo más aprobado por los participantes en el análisis sensorial.

Giang et al. (2022) determinaron los parámetros de color entre una hamburguesa convencional (carne) y vegana con los diferentes métodos de cocción como: fritura en sartén, fritura con aire y horneado. Los cambios se observaron en el color debido a la reacción Maillard, que brindó un tono pardo, ya que esta reacción desnaturaliza los pigmentos (mioglobina en convencional y la leghemoglobina en vegana) debido a los tiempos de cocción.

Shahiri y Mazaheri (2014) establecieron soluciones mejoradas en la formulación para reducir el índice de grasas en hamburguesas, utilizando tres componentes como harina de soya, harina de arveja partida y almidón de trigo, lo cual obtuvieron como resultados que la harina de soya aumentó el enrojecimiento de la carne cruda, el amarilleo de las cocidas y disminuyó la luminosidad. En combinación con almidón, mejoró el rendimiento de cocción, mientras que la harina de arveja redujo la contracción y mejoró la textura. El almidón fue clave para la retención de humedad. La fórmula ideal fue de 8.52% harina de soya, 1.48% harina de arveja y 5% de almidón.

Mariod y Abd (2024) determinaron el efecto de reemplazar parte de la carne de camello con harina de garbanzo, soya y leche desnatada en polvo en hamburguesas. Se probaron 10 formulaciones con diferentes niveles de sustitución (10%, 20% y 30%) y se evaluaron aspectos como la composición nutricional, retención de agua, pérdida por cocción y aceptación sensorial. Los resultados mostraron un aumento en el contenido de proteína y mejoras en las propiedades de cocción, junto con una alta aceptación entre los consumidores. Se concluyó que reemplazar parcialmente la carne de camello con estos ingredientes vegetales mejora las propiedades fisicoquímicas y la aceptación del consumidor.

Shokry et al. (2016) evaluaron el uso de harina de quinua (HQ) como sustituto de la harina de soya (HS) en hamburguesas vegetales. Se probaron concentraciones de HQ al 5%, 10% y 15%, observando mejoras en los contenidos de humedad y grasa tanto en las hamburguesas crudas como cocidas. Por otra parte, las hamburguesas con HQ mostraron una mayor retención de agua y grasa, superando en aspectos sensoriales y de cocción a las que contenían HS. Aunque las hamburguesas con más HQ presentaron mayor luminosidad y amarillez, tuvieron menor enrojecimiento. La harina de quinua demostró ser un ingrediente no cárnico prometedor para productos cárnicos funcionales por sus beneficios nutricionales.

Silva et al. (2010) desarrollaron estudios para analizar los cambios de las hamburguesas vegetarianas en los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, hechas a base de harina de arroz y trigo con y sin emulsión de grasa, además utilizaron proteína aislada de soya y harina de arroz con y sin emulsión de grasa. Las muestras se almacenaron congeladas a una temperatura de -18°C por un tiempo de 90 días. Los resultados mostraron que el análisis sensorial se vio afectada con la emulsión de grasa a base de las harinas de trigo y arroz. La hamburguesa vegetariana con la emulsión de grasa fue la muestra que recibió la mejor calificación en la evaluación sensorial, ya que tras los 90 días presentó 51.68% de humedad, 8.38% de grasas, 48.33% de sólidos totales, 36.84% sólidos no grasos y 3.1% de cenizas, mostrando a la vez una mejor capacidad de retención de agua. Los análisis microbiológicos, pH y peróxidos de las cuatro muestras se mantuvieron dentro de los niveles permitidos, indicando que las hamburguesas hechas de harina de arroz y trigo con emulsión de grasa fue la alternativa con mayor estabilidad y vida útil.

Respecto al uso de harina de cañihua o los derivados de esta fuente botánica, no se han reportado estudios sobre su uso en hamburguesas vegetales.

Ante las investigaciones previamente expuestas, el estudio buscó responder a la siguiente pregunta: ¿cuál será el efecto del tipo de harina vegetal en la composición proximal, color instrumental, textura instrumental, pérdidas por cocción, características sensoriales, aceptabilidad sensorial e intención de compra de hamburguesas vegetales?

Los objetivos de la investigación fueron:

Objetivo general

- Desarrollar y caracterizar hamburguesa vegetal a base de soya conteniendo harina de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua.

Objetivos específicos

- **OE1.** Determinar la composición proximal en las hamburguesas como humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra bruta y carbohidratos.
- **OE2.** Caracterizar a las hamburguesas en su color instrumental, en estado crudo y cocido, para determinar los parámetros de luminosidad (L^*), intensidad de rojo (a^*) e intensidad de amarillo (b^*).
- **OE3.** Caracterizar a las hamburguesas en su perfil de textura instrumental, mediante la determinación de la firmeza, cohesión, elasticidad y masticabilidad.
- **OE4.** Determinar las pérdidas por cocción de las hamburguesas.
- **OE5.** Evaluar la opinión de los consumidores sobre las características sensoriales percibidas en las hamburguesas, así como determinar el nivel de aceptabilidad.
- **OE6.** Evaluar la intención de compra de las hamburguesas con uso de escala de 5 puntos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

La caracterización de color, textura instrumental, pérdidas por cocción y evaluación sensorial se realizaron en las instalaciones de los Laboratorios de Tecnología e Ingeniería de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH).

El análisis de la composición proximal (excepto humedad) se realizó en el laboratorio de Análisis Fisicoquímico de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP).

2.2. Materiales

Materia Prima: Para obtener las hamburguesas, se utilizó la soya amarilla (*Glycine max*) en grano como materia prima principal comercializada en el minimarket Central, ubicada en la calle San Martín, Jaén.

Insumos: Para la obtención de las hamburguesas vegetales se utilizó harina tostada de: trigo (variedad durum), arveja (variedad obonuco andina), garbanzo (variedad pedrosillano), quinua (variedad blanca) y cañihua (variedad saihua), que se obtuvo en la tienda Paravós de la ciudad de Jaén. Las harinas fueron obtenidas en bolsas empacadas al vacío en presentaciones de 250 g. Además, el aceite de girasol, sal yodada, cebolla, ajo y pimienta negra en polvo también se adquirieron en el mismo lugar de las harinas, excepto la remolacha que se obtuvo del supermercado Plaza Vea de la ciudad de Jaén.

2.3. Metodología

2.3.1. Variables

a. Independientes

- Tipos de harina: Harina de trigo (variedad durum), arveja (variedad obonuco andina), garbanzo (variedad pedrosillano), quinua (variedad blanca) y cañihua (variedad saihua).

b. Dependientes

- Composición proximal (humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra bruta y carbohidratos) de las hamburguesas.
- Color instrumental, con los parámetros luminosidad (L^*), intensidad de rojo (a^*) e intensidad de amarillo (b^*).

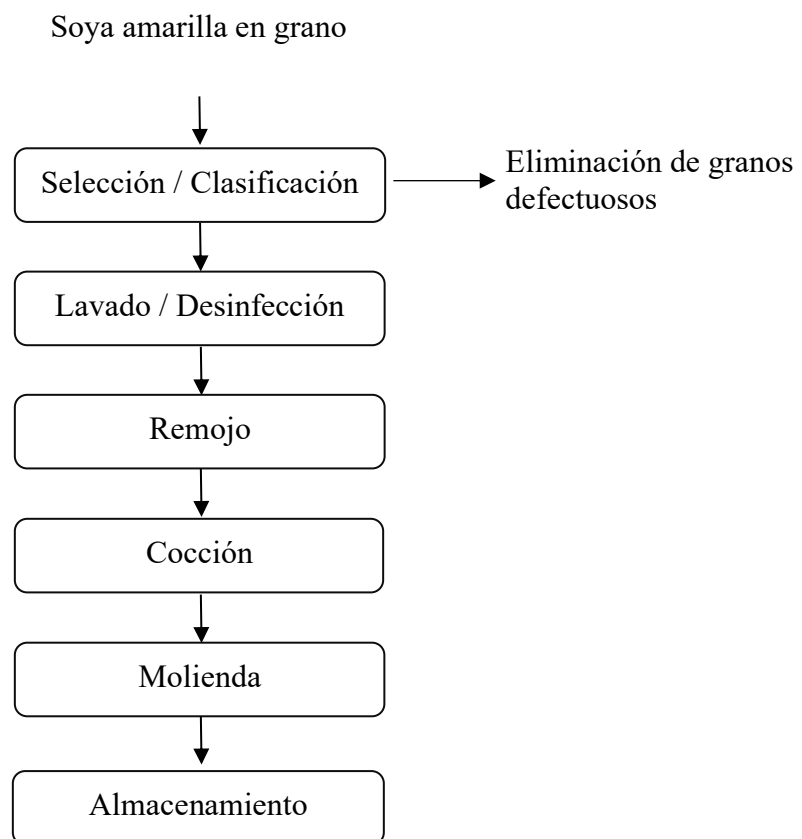
- Textura instrumental, con los parámetros firmeza, cohesión, elasticidad y masticabilidad.
- Pérdidas por cocción de las hamburguesas.
- Características sensoriales obtenidas por el método Free comment y aceptabilidad general.
- Intención de compra de las hamburguesas.

2.3.2. Obtención de masa de soya amarilla (*Glycine max*)

Las hamburguesas tuvieron como componente principal a la masa de soya amarilla, obtenida mediante cocción de los granos de soya. En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo del proceso de obtención de masa de soya amarilla.

Figura 1

Obtención de masa de soya amarilla



2.3.2.1.Descripción del proceso

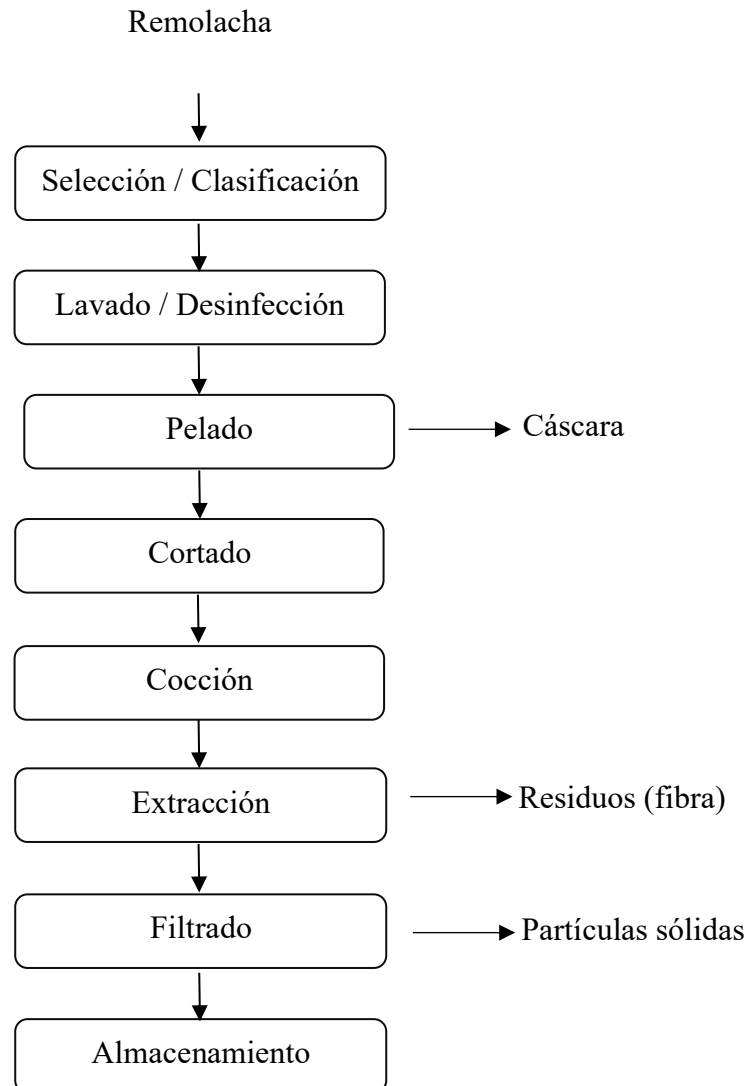
- a. **Soya amarilla:** Fue utilizado 5 Kg de soya amarilla (*Glycine max*) en granos.
- b. **Selección / Clasificación:** Se seleccionaron y se clasificaron los granos que no presenten defectos (malogrados, picados, oscuros, etc.) para así garantizar una mejor calidad, sin presencia de partículas extrañas.
- c. **Lavado / Desinfección:** En esta fase se lavó los granos de soya para luego pasar por una desinfección con solución de hipoclorito de sodio (NaClO) (100 ppm) dejándolo reposar por 2 min.
- d. **Remojo:** En esta etapa los granos en soya amarilla se remojaron durante un tiempo de 12 h en recipientes de acero inoxidable, hasta que ganen volumen y se vuelvan blandas.
- e. **Cocción:** Los granos de soya amarilla anteriormente remojados se llevaron a cocción en una olla de acero inoxidable con capacidad de 10 Kg, por un tiempo de 30 min a una temperatura de ebullición del agua. Cabe recalcar que tanto la materia prima como el agua estuvieron en el mismo volumen en el que se realizó el proceso. Una vez cocido los granos de soya amarilla fueron colados para separar el líquido de la materia prima, seguidamente fueron removidos la soya con un cucharón de acero inoxidable para enfriar a temperatura ambiente por 20 min.
- f. **Molienda:** Durante este proceso se utilizó un molino eléctrico (Dakota, DK-2200, EE. UU.) que permitió obtener una masa refinada y homogénea.
- g. **Almacenamiento:** La masa de soya se almacenó en una refrigeradora (Indurama, RI-359I, China) a temperatura de 4 a 7 °C, por un tiempo máximo de 12 h, previo al procesamiento de las hamburguesas.

2.3.3. Obtención del jugo de remolacha (*Beta vulgaris*)

El jugo de remolacha fue utilizado para dar una coloración rojiza en las hamburguesas. En la Figura 2 se muestra el proceso de obtención de jugo de remolacha.

Figura 2

Obtención del jugo de remolacha



2.3.3.1.Descripción del proceso

- a. Remolacha:** Fue utilizado 3 Kg de remolacha (*Beta vulgaris*).
- b. Selección / Clasificación:** En este proceso se seleccionó y clasificó la remolacha, eliminando toda impureza (hojas, tallos, entre otros).
- c. Lavado / Desinfección:** En esta fase se lavó la remolacha para luego pasar por una desinfección con solución de hipoclorito de sodio (NaClO) (100 ppm) dejándolo reposar por 2 min.
- d. Pelado:** Se utilizaron cuchillos de acero inoxidable previamente desinfectados para eliminar la cáscara de la remolacha.

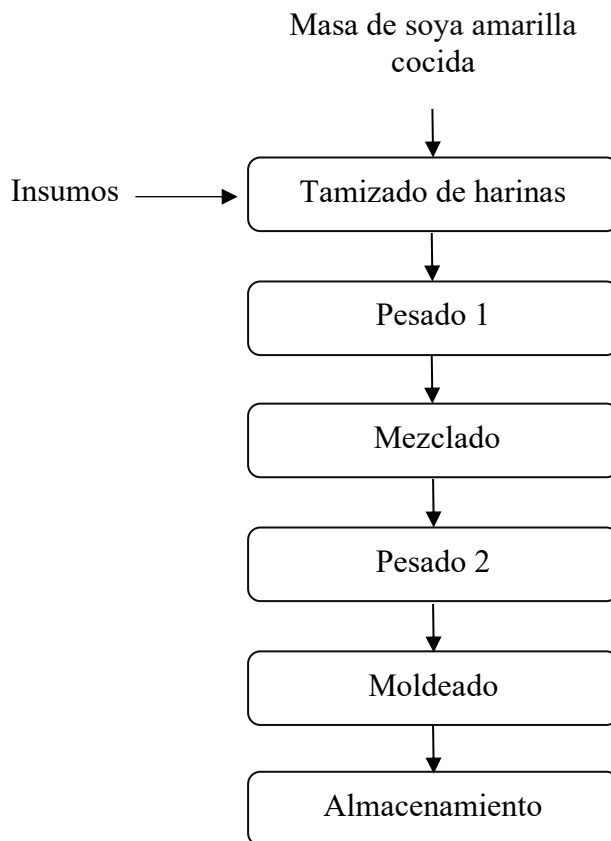
- e. **Cortado:** Se cortaron en partes medianas utilizando un cuchillo de acero inoxidable.
- f. **Cocción:** La remolacha se llevó a cocción (olla de acero inoxidable con una capacidad de 5 Kg) con tiempo controlado de 30 min, hasta obtener una textura blanda y reducir la carga microbiana, para luego dejar enfriar a temperatura ambiente por 10 min.
- g. **Extracción:** Después de todos los procesos anteriores, en esta etapa se añadió cantidades moderadas a la máquina extractora (Oster, FPSTJE317R-051, EE. UU.) hasta lograr obtener el jugo de la remolacha.
- h. **Filtrado:** En este proceso se necesitó 1 m de tela organza previamente esterilizado para retener todas las partículas sólidas que quedan en el proceso de extracción.
- i. **Almacenamiento:** En este proceso final, el jugo de remolacha se almacenó (recipiente de acero inoxidable de 2 L) en una refrigeradora (Indurama, RI-359I, China) a temperatura de 4 a 7 °C por un tiempo máximo de 12 h, para luego ser utilizado en la elaboración de las hamburguesas.

2.3.4. Elaboración y obtención de hamburguesa vegetal

En la Figura 3 se muestra el proceso de obtención de las hamburguesas.

Figura 3

Diagrama de flujo para la obtención de las hamburguesas



2.3.4.1. Descripción del proceso

- a. Masa de soya amarilla:** La masa de soya amarilla fue colocada en un recipiente de acero inoxidable para su posterior pesado por cada tratamiento (etapa c).
- b. Tamizado de harinas:** Utilizando un tamizador de malla número 10 de acero inoxidable, se separaron las partículas finas de las más gruesas, evitando la presencia de grumos en el producto final.
- c. Pesado 1:** En esta etapa del proceso se utilizó una balanza de precisión (Ohaus, Gold series, China) en lo cual se pesó la masa de soya e insumos, en las cantidades descritas en la Tabla 1.

Tabla 1*Formulación de los tratamientos de hamburguesa*

Componentes (%)	Tratamientos				
	Harina de trigo	Harina de arveja	Harina de garbanzo	Harina de quinua	Harina de cañihua
Masa: Soya amarilla (<i>Glycine max</i>)	65.23	65.23	65.23	65.23	65.23
Harina de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>)	15	-	-	-	-
Harina de arveja (<i>Pisum sativum</i>)	-	15	-	-	-
Harina de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	-	-	15	-	-
Harina de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	-	-	-	15	-
Harina de cañihua (<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i>)	-	-	-	-	15
Aceite girasol	10	10	10	10	10
Jugo de remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Sal	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cebolla en polvo	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Ajo en polvo	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Pimienta negra en polvo	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Total	100%	100%	100%	100%	100%

d. Mezclado: Para evitar una contaminación se realizó una previa desinfección a los materiales (5 recipientes y cucharas de acero inoxidable y vasos de vidrio), también se requirió guantes quirúrgicos, mascarillas y cofias asegurando un buen proceso. Además, se procedió al mezclado de la masa de soya e insumos en los recipientes de acero inoxidable hasta obtener una mezcla

homogénea, con los pesos respectivos de cada tratamiento detallados en la Tabla 1.

- e. **Pesado 2:** Se pesó en una balanza de precisión (Ohaus, Gold series, China) la masa de hamburguesa, en cantidades individuales de 100 g.
- f. **Moldeado:** Una vez pesado de la masa de hamburguesa, se colocaron en un molde de plástico de 10 cm de diámetro y 1 cm de altura, lo cual permitió dar una forma cilíndrica a las hamburguesas.
- g. **Almacenamiento:** El producto final fue colocado en bolsas de plástico tipo *ziploc* y almacenadas en una congeladora (Coldex, CH40 Congelad, Perú) a temperatura de -30 °C.

2.4. Métodos de análisis

2.4.1. Composición proximal

2.4.1.1. Determinación de humedad

En la determinación de la humedad se utilizó el método 950.46 de la AOAC (2005) utilizando el equipo determinador de humedad (Sartorius, MA35, Alemania). Seguidamente se prepararon las muestras de hamburguesa, conteniendo 5 g de cada tratamiento, esparciéndolas uniformemente sobre el área del recipiente del equipo, posteriormente se configuró el programa para dicho proceso, a temperatura de 105 °C. Finalmente, se evidenció la toma resultados correspondientes.

2.4.1.2. Determinación de cenizas

En el análisis de la determinación de cenizas se aplicó el método 920.153 de la AOAC (2005) que ayudó a cuantificar el porcentaje de los compuestos inorgánicos en cada muestra. Para ello, se sometió a incineración a 550 °C en una mufla (Thermo Scientific, Furnace 1400, EE.UU.). El porcentaje de cenizas se determinó partir de la diferencia del peso antes y después de la incineración.

Fue utilizada la ecuación 1 para la determinación de cenizas:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(\text{peso crisol+muestra}) - (\text{peso crisol+ceniza})}{\text{peso de la muestra}} \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

2.4.1.3. Determinación de proteínas

Para el desarrollo de este análisis se tomó en cuenta el contenido total de nitrógeno y también el factor de conversión de proteínas de 6.25, donde se empleó el método 981.10 de la AOAC (2005), se pesó 1 g por cada muestra, seguidamente se agregó en un tubo digestor con 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y 0.5 de catalizador Kjeldahl. Después, la muestra se sometió a un calentamiento inicial de 150 °C y finalizó a 40 °C por 2.5 h. Luego, se introdujo 30 mL de agua destilada al tubo que se conecta al equipo de destilación. El amoníaco generado fue capturado mediante un matraz que obtuvo 25 mL de ácido bórico al 4% como indicador. Después, se añadió NaOH a una cantidad de 50 mL al 40% al sistema de destilación, y se recolectó 100 mL de destilado. Finalmente, el amoniaco capturado durante la titulación con 0.25 N de ácido clorhídrico con la finalidad de determinar el contenido de proteínas con la ecuación 2:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(V_a - V_b) * N * 14,007 * 100 \% * F}{M * 1000} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

V_a: Volumen de ácido consumido en la titulación de la muestra (mL)

V_b: Volumen de ácido consumido en el blanco (mL).

N: Normalidad del ácido.

14,007: peso atómico del nitrógeno (N) expresado en g/mol.

M: Masa de la muestra (g)

F: Factor de conversión a proteína (6.25)

2.4.1.4. Determinación de grasas

Para la determinación de grasas se llevó a cabo el método 960.32 de la (AOAC, 2005), donde se aplicó la extracción de grasas para cada muestra, utilizando el equipo Soxhlet. Se emplearon muestras deshidratadas con un contenido máximo de 11% de humedad. Primero, se pesó un balón limpio, seco y frío, para luego registrar su masa. Después, se preparó un cartucho con papel filtro, se pesó y se adicionó 5 g de cada muestra. Este cartucho se colocó en el equipo Soxhlet, se agregó 150 mL de éter de petróleo y se aplicó calor para iniciar el proceso de extracción. Posteriormente el

solvente se evaporó, se condensó y retornó en ciclos continuos, arrastrando la grasa de la muestra durante un mínimo de 3 horas. Posteriormente, se retiró el cartucho y se evaporó el éter restante en una estufa a 100 °C. Finalmente, el balón se enfrió en un desecador y se pesó nuevamente para determinar la cantidad de grasa extraída. Finalmente, se retiró los balones para determinar y medir el peso del residuo graso con la ecuación 3:

$$\% \text{ grasas} = \frac{\text{Peso balón con grasa (g)} - \text{Peso balón vacío}}{\text{peso inicial de la materia seca (g)}} \times 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

2.4.1.5.Determinación de fibra bruta

En este análisis se realizó mediante el método de digestión-gravimétrico oficial (AOAC, 2005) 962.09. El procedimiento consistió en realizar una digestión en dos etapas de la muestra. En la primera digestión, se pesó 1 g de muestra y se colocó en un matraz de 1 L, al que se le añadieron 200 mL de ácido sulfúrico al 1.25%, iniciando la digestión. La mezcla se hirvió suavemente durante 30 min bajo un condensador de reflujo, rotando periódicamente el matraz para homogeneizar el contenido y evitar que las partículas se adhirieran a las paredes. Posteriormente, se filtró la mezcla con embudo y papel filtro, y se arrastró la muestra por lavado nuevamente al matraz original utilizando 200 mL de hidróxido de sodio al 1.25%, calentando hasta ebullición. En la segunda digestión, se hirvió nuevamente por 30 min, cuidando la ebullición, y se filtró con embudo y papel filtro, lavando con agua destilada. El contenido se transfirió a un crisol de porcelana, se llevó a la estufa a 105 °C por 2 h, luego se trasladó a una desecadora para enfriar y pesar (P_1). Finalmente, se colocó en una mufla a 550 °C por 3 h, se retiró, se enfrió durante 20 min y se realizó un nuevo pesaje (P_2), con la finalidad de determinar el contenido de fibra bruta con la ecuación 4:

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{(P_1 - P_2) - P}{P_m} \times 100 \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

P1: Peso de la materia insoluble

P2: Peso de ceniza

Pm: Peso de muestras

2.4.1.6. Determinación de carbohidratos

Los carbohidratos fueron calculados por diferencia, utilizando la ecuación 5 (Aly et al., 2023):

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%humedad + \%proteinas + \%grasas + \%cenizas + \%fibra) \text{ (Ec.5)}$$

2.4.2. Color instrumental

Para la determinación del color de las harinas y hamburguesas se utilizó el método descrito por Arteaga et al. (2021), mediante un sistema de visión computacional que usa un celular Android para capturar las fotografías, que después se evaluaron por el algoritmo IP-WEBCAM- COLOR FOOD PROCESSING implementado MatLab® R2016a (MathWorks®, Natick, MA, USA). Mediante todo este procesamiento se logró los parámetros de color L* (luminosidad), a* (intensidad de rojo) y b* (intensidad de amarillo).

2.4.3. Análisis del perfil de la textura (TPA)

El TPA en la hamburguesa vegetal estuvo compuesto por los parámetros de firmeza elasticidad, cohesión y masticabilidad, donde las muestras de hamburguesas pasaron por una cocción previa en plancha de fritura eléctrica entre 180 a 200 °C, hasta que las hamburguesas alcanzaron temperatura interna de 75 °C (Rios-Mera et al., 2020). Para esta evaluación se empleó un texturómetro (TVT 6700, Perkin Elmer, Australia), incorporando con una celda de carga de 10 Kg, acoplada a una sonda cilíndrica de 3.5 cm de diámetro para medir la textura. Durante el análisis, las hamburguesas de 2.5 cm de diámetro y 1 cm de altura fueron compresas hasta un 75% de su altura original, a una velocidad constante de la sonda de 20 cm/min (con velocidades de 40 cm/min antes y después de la prueba).

2.4.4. Pérdidas por cocción

Las hamburguesas fueron sometidas a cocción en una plancha eléctrica a una temperatura de entre 180 y 200 °C hasta alcanzar a una temperatura interna de la hamburguesa de 75 °C. Se determinó las pérdidas por cocción comparando el peso antes y después del proceso aplicando la ecuación 6 (Rios-Mera et al., 2020).

$$\text{Pérdidas por cocción (\%)} = \frac{\text{PHC(g)} - \text{PHCo (g)}}{\text{PHC (g)}} \times 100 \quad (\text{Ec.6})$$

Donde:

PHC = Peso de hamburguesa cruda

PHCo = Peso de hamburguesa cocida

2.4.5. Aceptación sensorial, free comment e intención de compra

Para la aceptación sensorial se solicitó a los 100 participantes (consumidores mayores de 18 años) que evalúen las diversas muestras de hamburguesas cocidas empleando una escala estructurada de 9 puntos, que abarca desde 1 al 9, desde “me disgusta muchísimo” hasta “me gusta muchísimo”. Seguidamente, se realizó la prueba *Free comment*, que es un método de comentario libre que va a permitir la evaluación de los productos cocidos utilizando las mismas palabras de los consumidores. A cada participante se les brindó en porciones de aproximadamente 10 g por cada muestra de manera secuencial, donde probaron las muestras y se les pidió que describan las características sensoriales o las percepciones que experimentaron según el orden de presentación. Se consideró las dimensiones sensoriales de olor, sabor, color, apariencia y textura, donde ellos tuvieron la total libertad de describir el producto sin regirse a ninguna escala de evaluación (se puede repetir la descripción de las palabras para las muestras que crean convenientes).

Luego de realizarse la prueba de *Free comment*, se les solicitó a de los participantes evaluar su intención de compra empleando una escala del 1 hasta el 5, lo cual 1 hace referencia a “definitivamente no compraría” y 5 “definitivamente compraría” (Grasso et al., 2022).

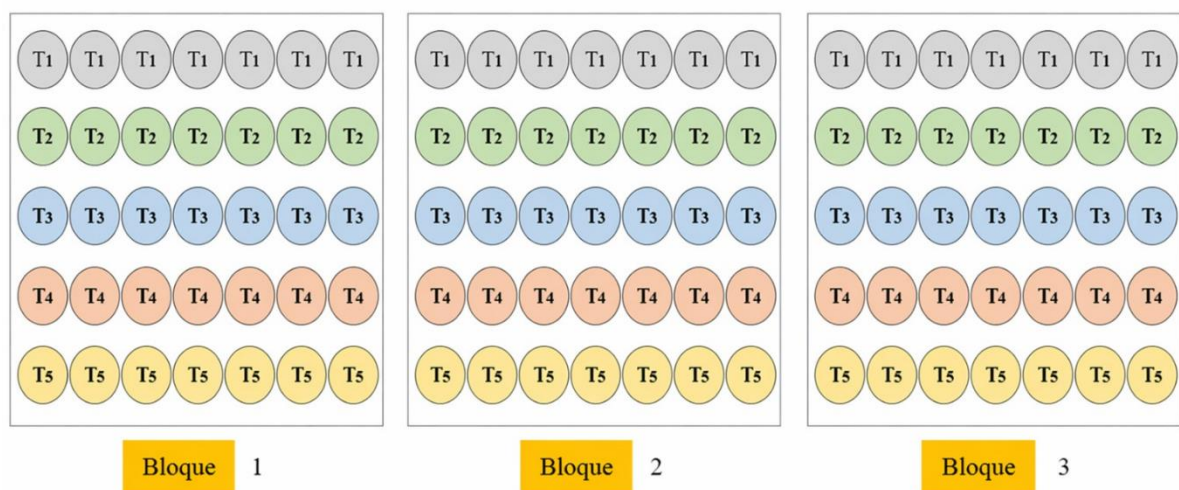
La aceptación sensorial, *free comment* e intención de compra fueron ejecutadas utilizando la ficha de evaluación que se muestra en el Anexo 1. Además, antes de realizar la evaluación, se pidió a cada participante informarse y aprobar su participación en el estudio mediante lectura y firma de la ficha de consentimiento libre e informado, mostrado en el Anexo 2.

2.4.6. Diseño experimental

El experimento fue ejecutado bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), teniendo como fuentes de variación a los tratamientos, compuestos por los tipos de harinas tostadas (harina de trigo (durum), arveja (obonuco andina), garbanzo (pedrosillano), quinua (blanca) y cañihua (saihua)) y los bloques, representados por la repetición del procesamiento de las hamburguesas en 3 procesos independientes realizados en 3 días distintos. La cantidad de unidades experimentales por cada tratamiento fueron 21, totalizando 105 unidades de hamburguesa para todos los tratamientos. Las variables respuesta son los declarados en los objetivos específicos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. El esquema experimental de la investigación se muestra en la Figura 4 y 5.

Figura 4

Esquema referencial bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)



Nota: T1: Harina de trigo

T2: Harina de arveja

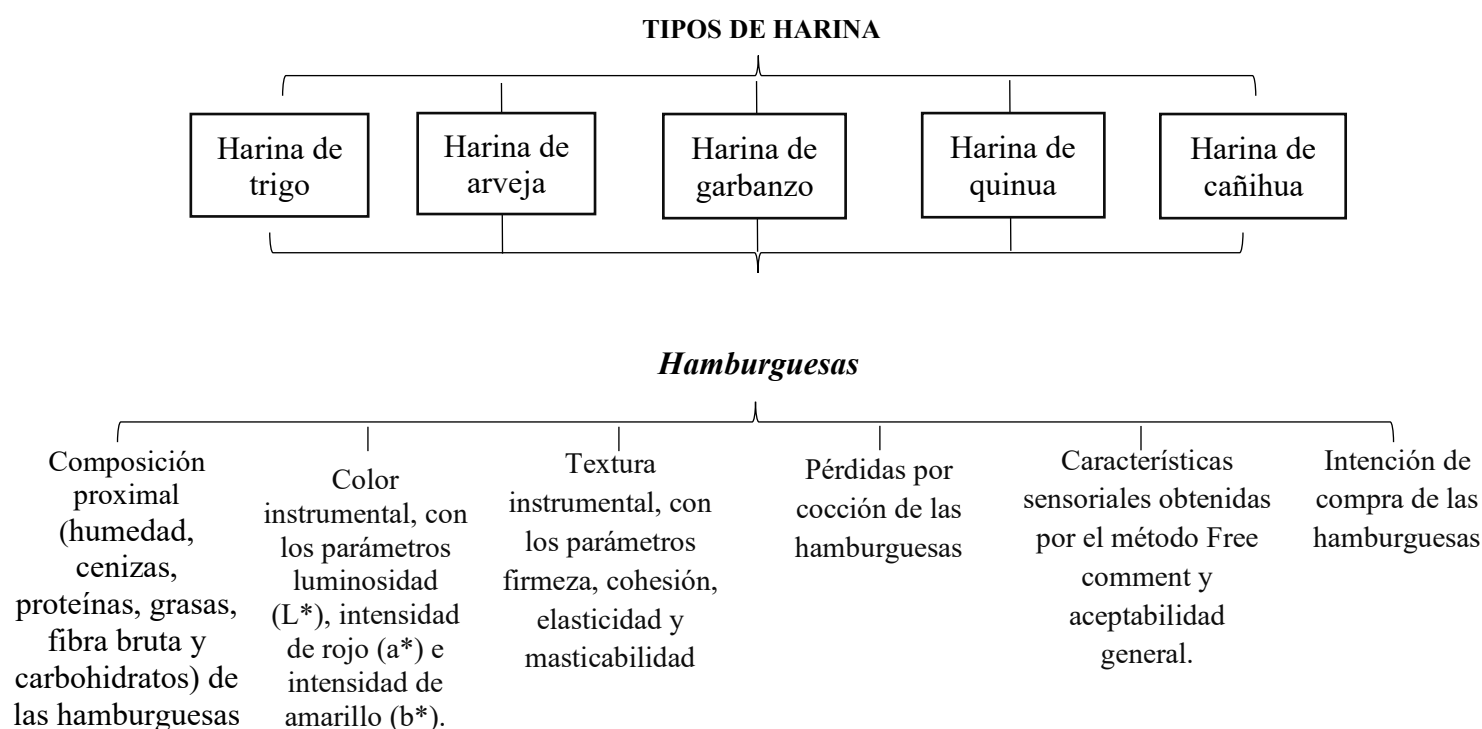
T3: Harina de garbanzo

T4: Harina de quinua

T5: Harina de cañihua

Figura 5

Esquema experimental de las hamburguesas vegetales



2.4.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos de las variables humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra bruta y carbohidratos, luminosidad (L^*), intensidad de rojo (a^*), intensidad de amarillo (b^*), firmeza, cohesión, elasticidad y masticabilidad instrumental, pérdida por cocción, aceptabilidad sensorial e intención de compra, fueron organizados en Excel, donde se evaluaron la calidad de los resultados considerando los cálculos de promedio, desviación estándar, coeficiente de variación y/o diagramas de bigotes. Posteriormente, los datos fueron procesados mediante Análisis de la Varianza (ANVA) a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, y de encontrarse diferencias significativas, estas fueron identificadas mediante la prueba de Tukey al mismo nivel de significancia.

Los datos obtenidos del método *free comment* fueron organizados en Excel, luego se agruparon en una tabla de contingencia, donde se calcularon las frecuencias de mención de las características sensoriales identificadas. Finalmente, fue construido un análisis de correspondencia para agrupar las características sensoriales y a los tratamientos.

Los análisis estadísticos fueron realizados en el software RStudio.

III.RESULTADOS

3.1. Composición proximal en las hamburguesas vegetales

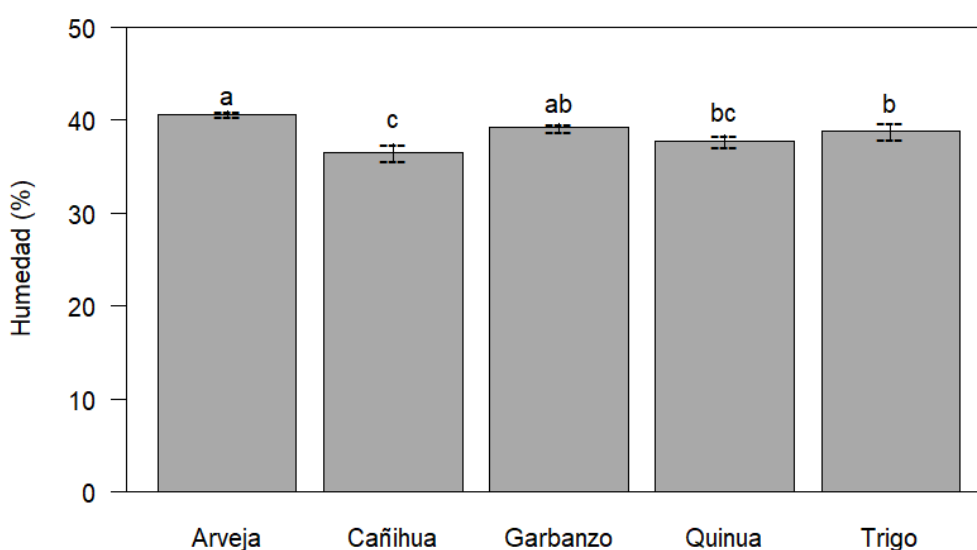
Los resultados de la composición proximal, compuesto por la humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra bruta y carbohidratos, se muestran en las siguientes subsecciones.

3.1.1. Humedad

En la Figura 6 se muestra el porcentaje promedio de la humedad de los cinco tratamientos. Se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El tratamiento con mayor porcentaje de humedad fue la hamburguesa con harina de arveja, y fue significativamente superior a las hamburguesas conteniendo harinas de cañihua, quinua y trigo. El menor porcentaje de humedad fue obtenido en la hamburguesa de cañihua, pero no hubo diferencia significativa de este tratamiento con la hamburguesa de quinua.

Figura 6

Porcentaje de humedad de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



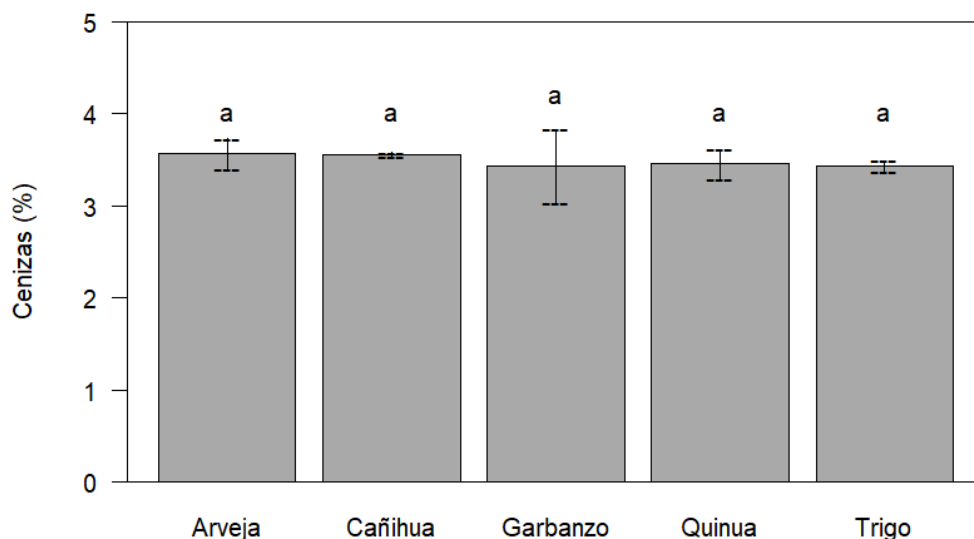
Nota: Letras distintas significan diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.1.2. Cenizas

En la Figura 7, señala el porcentaje promedio de cenizas de los cinco tratamientos donde mostró que no hay diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$).

Figura 7

Porcentaje de cenizas de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



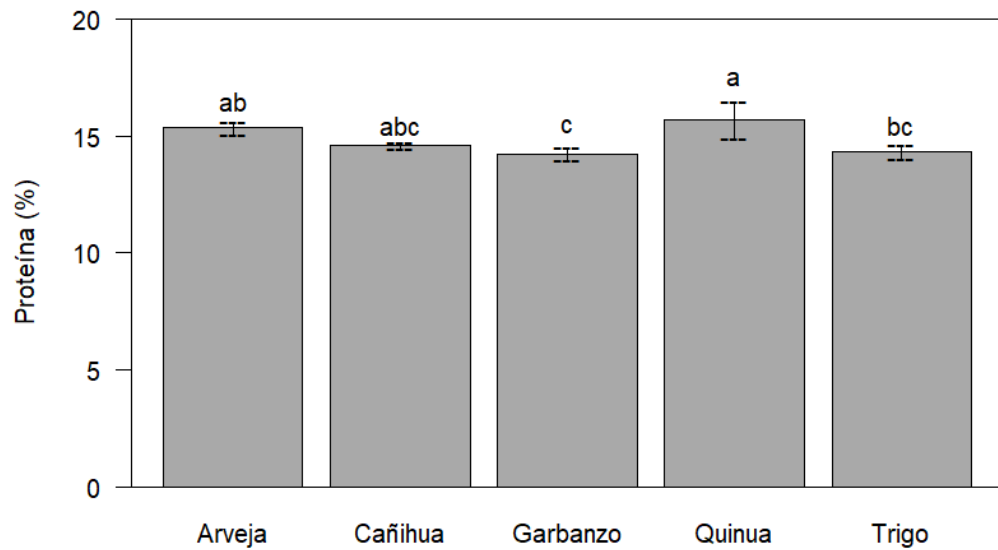
Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0.05$).

3.1.3. Proteínas

En la Figura 8 se detalla el porcentaje promedio del contenido de proteínas de las hamburguesas vegetales en los cinco tratamientos. Se evidencia que la hamburguesa con harina de quinua fue el tratamiento con mayor porcentaje de proteína y fue significativamente superior a garbanzo y trigo. El menor porcentaje de proteínas lo obtuvo la hamburguesa con harina de garbanzo, pero no hubo diferencia significativa con la hamburguesa de cañihua y trigo.

Figura 8

Porcentaje de proteínas de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



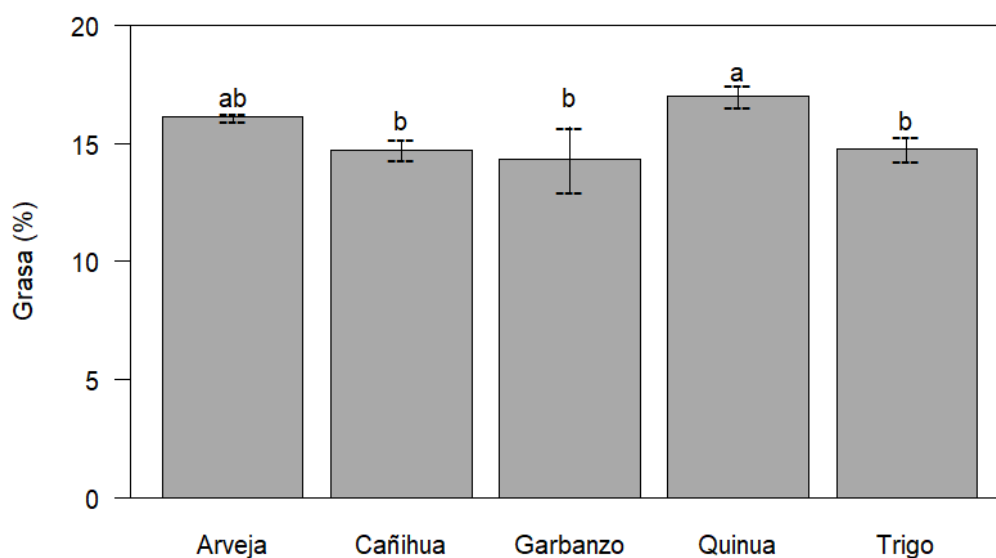
Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.

3.1.4. Grasas

En la Figura 9 presenta el porcentaje promedio de grasas de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. El tratamiento con mayor porcentaje de grasas fue la hamburguesa con harina de quinua y fue significativamente superior a las hamburguesas conteniendo harinas de cañihua, garbanzo y trigo. El menor porcentaje de grasas fue obtenido en la hamburguesa de garbanzo, pero no hubo diferencia significativa de este tratamiento con la hamburguesa de arveja, cañihua y trigo.

Figura 9

Porcentaje de grasas de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



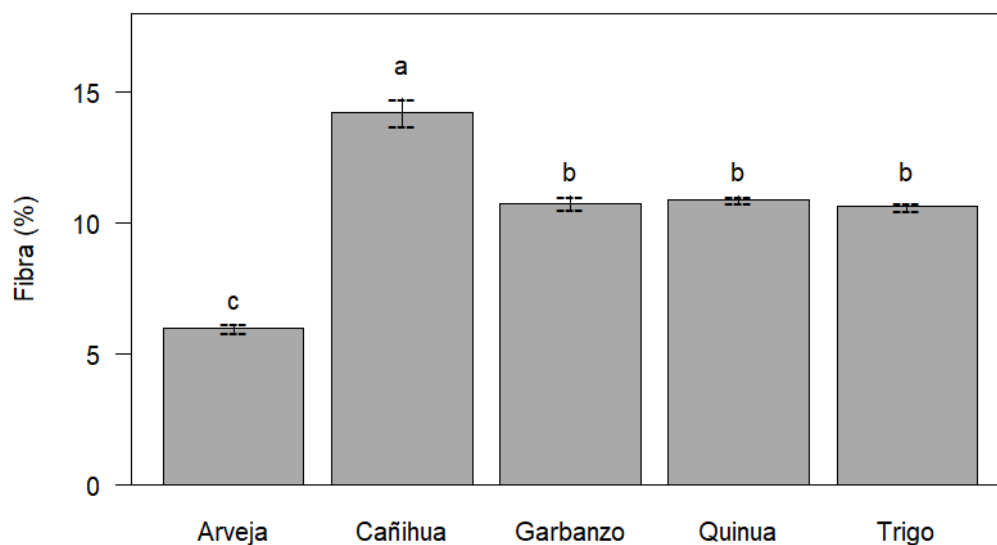
Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.

3.1.5. Fibra bruta

En la Figura 10 se aprecia el porcentaje promedio de fibra bruta de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se visualiza que la hamburguesa con harina de cañihua es el que tuvo mayor porcentaje de fibra bruta y de menor porcentaje fue la hamburguesa de arveja. Cabe destacar que las hamburguesas de garbanzo, quinua y trigo no presentaron diferencia significativa.

Figura 10

Porcentaje de fibra bruta de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



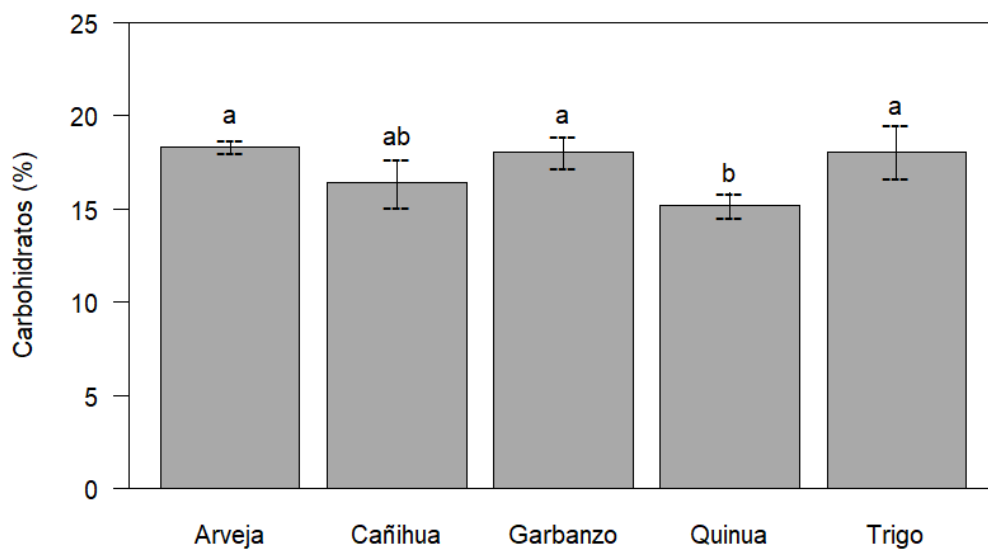
Nota: Letras distintas significan diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.1.6. Carbohidratos

En la Figura 11 se registra el porcentaje promedio de carbohidratos de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se precisa que las hamburguesas a base arveja, garbanzo y trigo fueron que obtuvieron mayor porcentaje de carbohidratos. La hamburguesa de cañihua no representa diferencia significativa entre los otros tratamientos. Además, se visualiza que la hamburguesa a base de quinua tuvo menor porcentaje de dicho análisis.

Figura 11

Porcentaje de carbohidratos de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.2. Color instrumental de las hamburguesas en su estado crudo y cocido

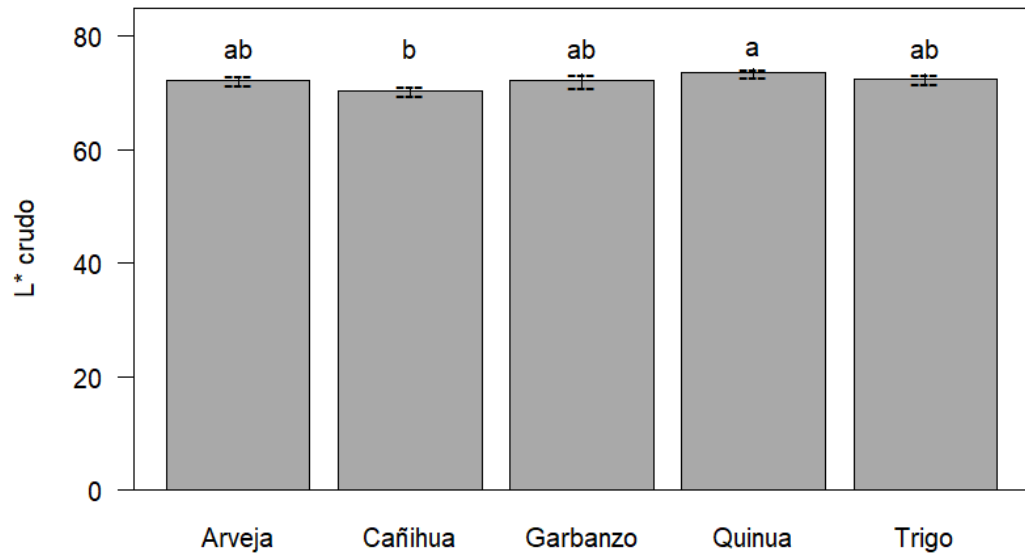
3.2.1. Crudo

3.2.1.1. Luminosidad (L^*)

En la Figura 12 indica el porcentaje promedio de luminosidad (L^*) de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se observa que la hamburguesa de quinua se destaca por tener mayor luminosidad (L^*) y fue significativamente superior a la hamburguesa de cañihua. Mientras que arveja, garbanzo, trigo y quinua no hubo diferencia significativa entre sí.

Figura 12

Luminosidad (L^) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado crudo*



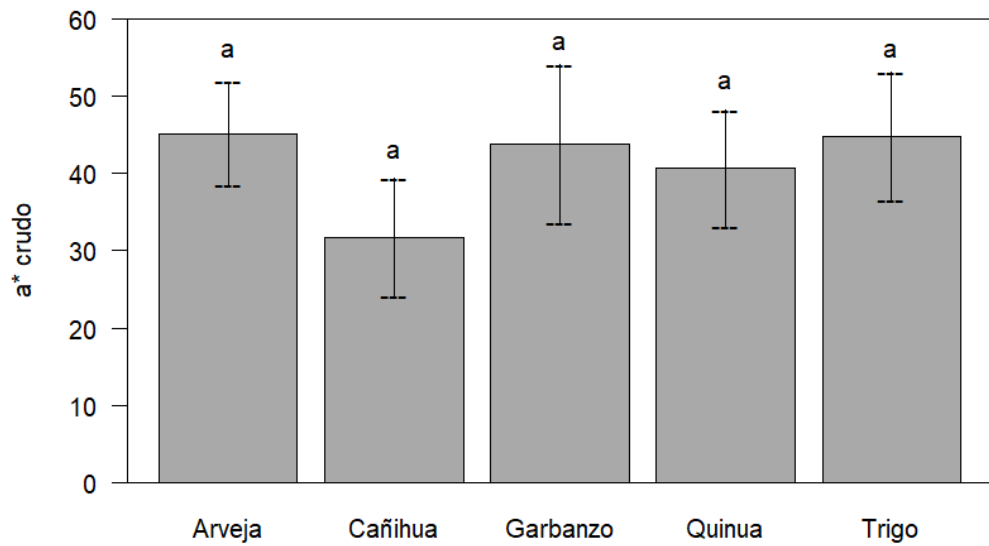
Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.2.1.2.Intensidad de rojo (a^*)

En la Figura 13 se describe el porcentaje promedio de intensidad de rojo (a^*) de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se revela que no hubo ninguna diferencia significativa en los tratamientos de hamburguesa.

Figura 13

Intensidad de rojo (a^) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado crudo*



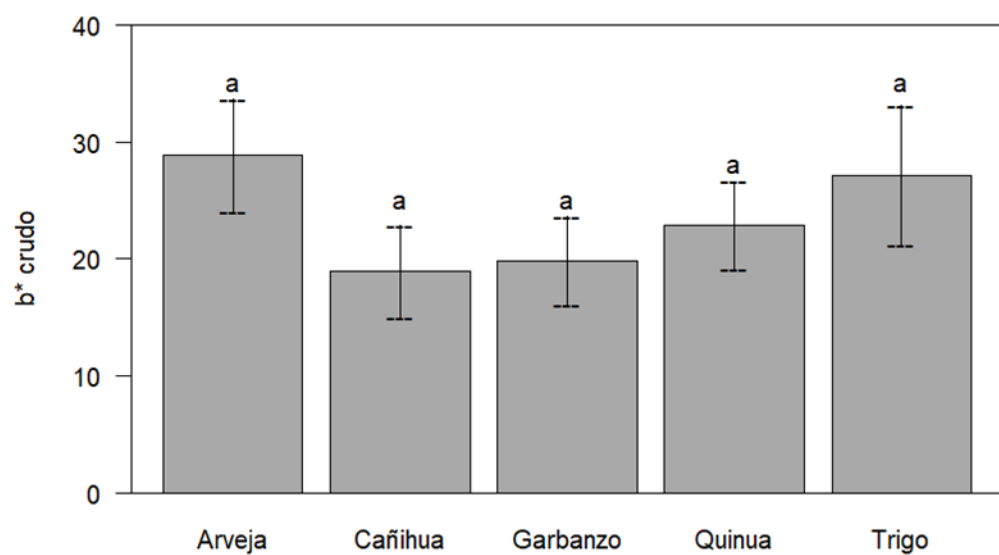
Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

3.2.1.3. Intensidad de amarillo (b^*)

En la Figura 14 se corrobora el porcentaje promedio de intensidad de amarillo (b^*) de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se describe que no hubo ninguna diferencia significativa ($p > 0.05$) en los tratamientos.

Figura 14

Intensidad de amarillo (b^) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado crudo*



Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

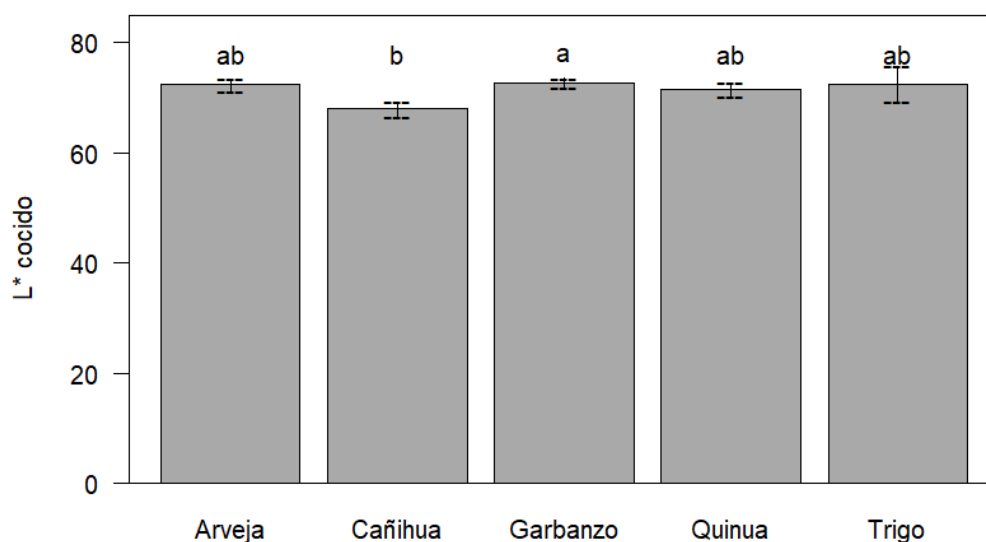
3.2.2. Cocido

3.2.2.1. Luminosidad (L^*)

En la Figura 15 se expone el porcentaje promedio de luminosidad (L^*) de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. La hamburguesa con harina de garbanzo tuvo mayor luminosidad (L^*) que fue significativamente superior a la hamburguesa de cañihua. Además, la hamburguesa de cañihua fue la que tuvo menor luminosidad (L^*), pero no hubo diferencia significativa de este tratamiento con las hamburguesas de arveja, quinua y trigo.

Figura 15

Luminosidad (L^) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado cocido*



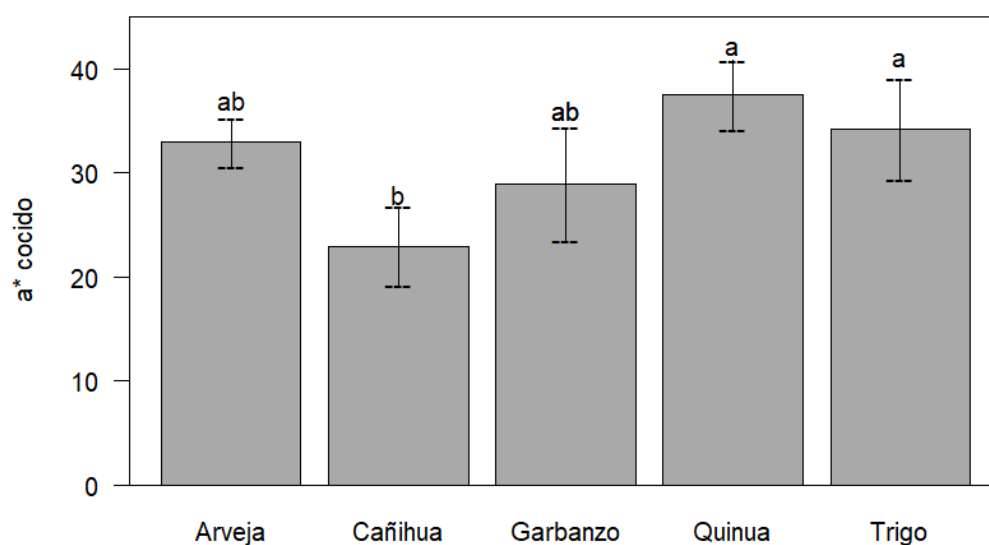
Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.2.2.2. Intensidad de rojo (a^*)

En la Figura 16 se exhibe el porcentaje promedio de intensidad de rojo (a^*) de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se observa que las hamburguesas de quinua y trigo tuvieron mayor intensidad de rojo (a^*), a diferencia de la hamburguesa de cañihua que obtuvo el menor porcentaje de dicho análisis. El tratamiento de la hamburguesa de cañihua no presentó diferencia significativa con las hamburguesas de arveja y garbanzo.

Figura 16

Intensidad de rojo (a^) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado cocido*



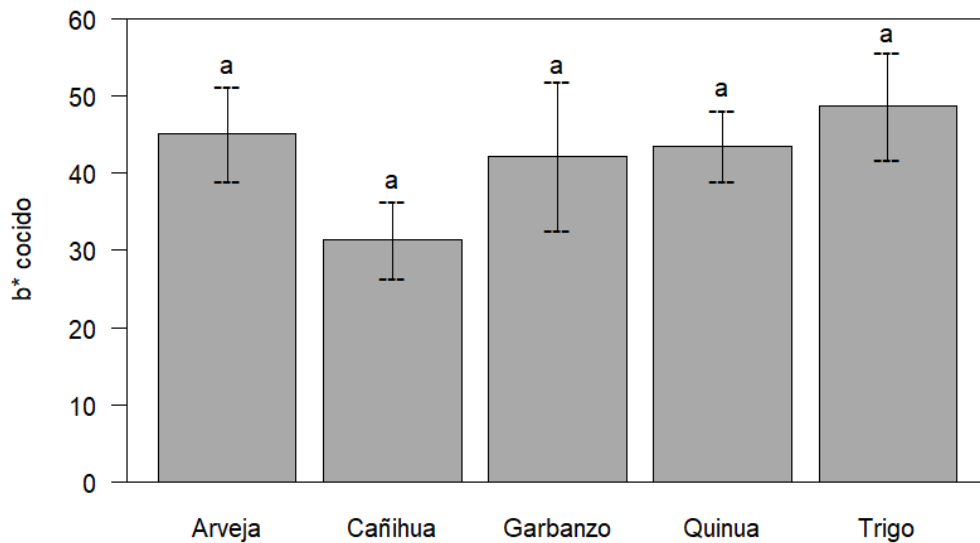
Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.2.2.3. Intensidad de amarillo (b^*)

En la Figura 17 se reporta el porcentaje promedio de intensidad de amarillo (b^*) de las hamburguesas vegetales. Se manifiesta que, en cada tratamiento, no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) en el análisis estadístico.

Figura 17

Intensidad de amarillo (b^) de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales en su estado cocido*



Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

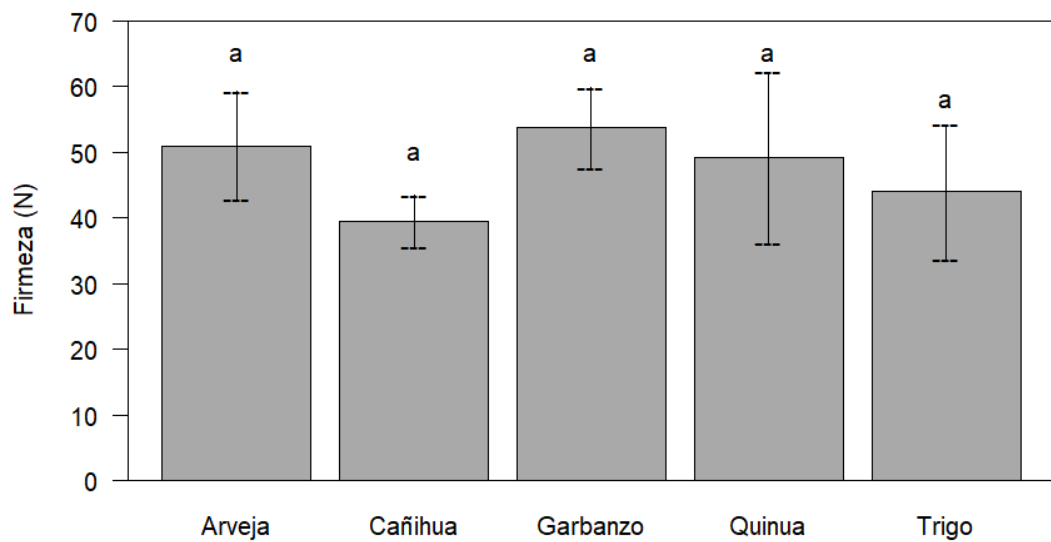
3.3. Textura instrumental de las hamburguesas vegetales

3.3.1. Firmeza

En la Figura 18 se desglosa el porcentaje promedio de firmeza de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se identifica que, en cada tratamiento, no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

Figura 18

Firmeza de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



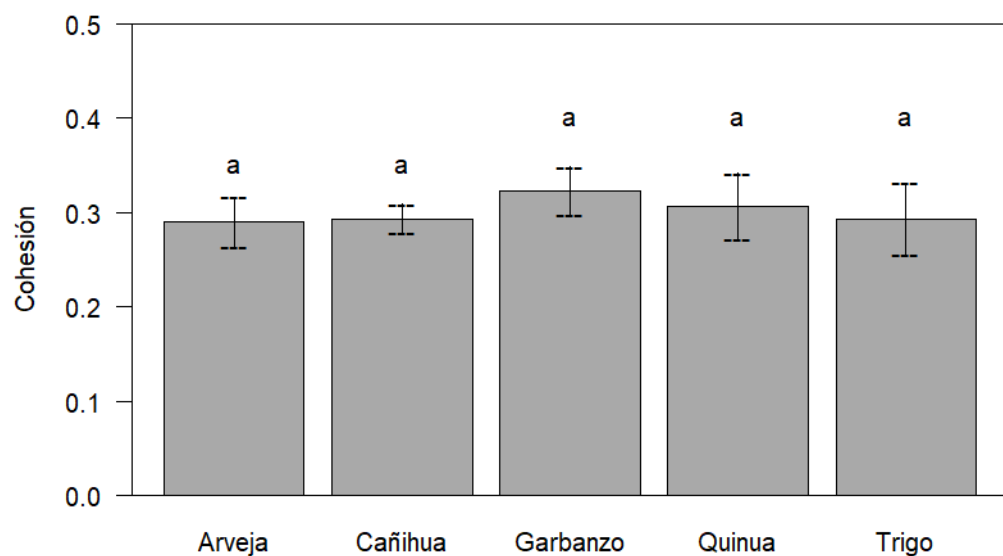
Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

3.3.2. Cohesión

En la Figura 19 se constata el porcentaje promedio de cohesión de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se refleja que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) en dicho análisis.

Figura 19

Cohesión de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



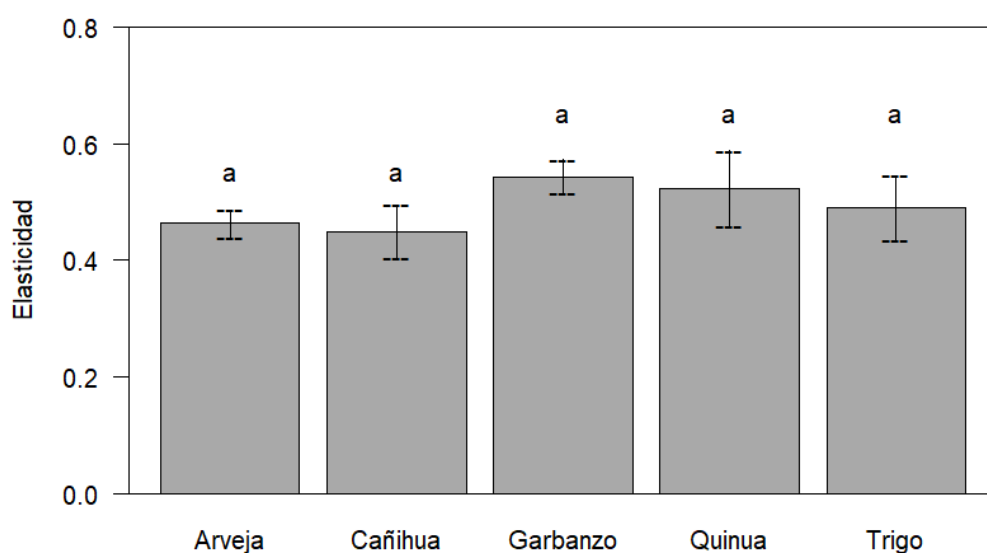
Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

3.3.3. Elasticidad

En la Figura 20 se evidencia el porcentaje promedio de elasticidad de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se valida que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos.

Figura 20

Elasticidad de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



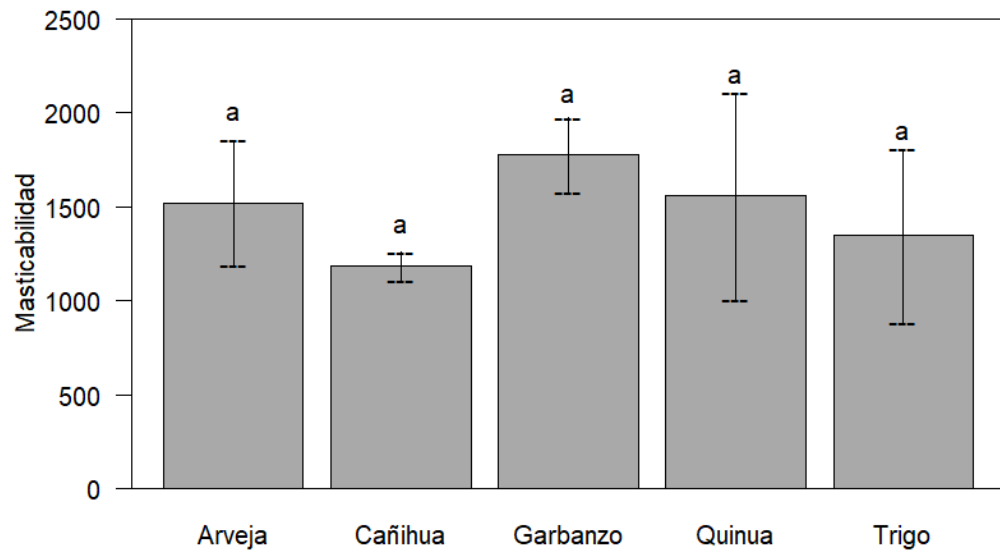
Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

3.3.4. Masticabilidad

En la Figura 21 se establece el porcentaje promedio de masticabilidad de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se visualiza que, en cada tratamiento, no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) en dicho análisis estadístico.

Figura 21

Masticabilidad de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



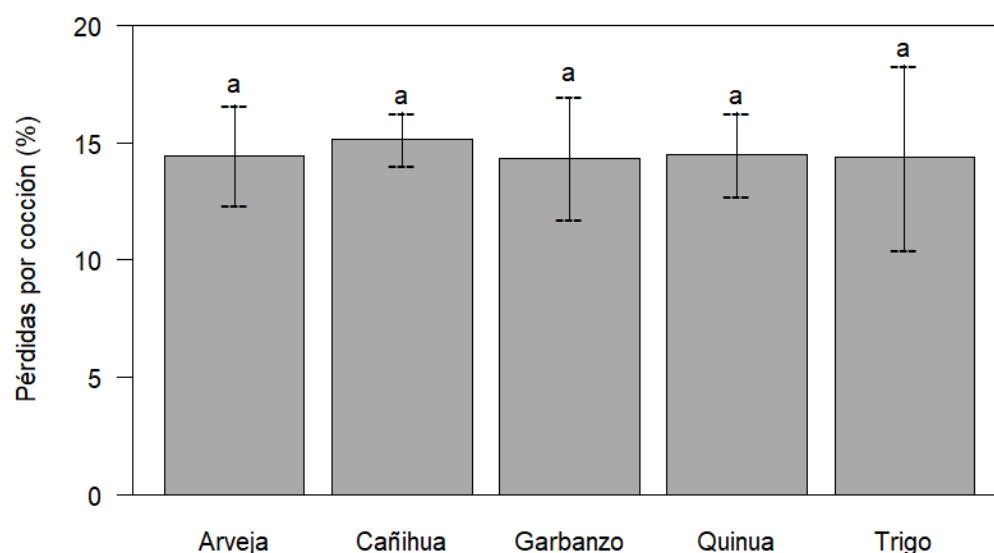
Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

3.4. Pérdidas por cocción de las hamburguesas

En la Figura 22 se determina el porcentaje promedio de pérdidas por cocción de las hamburguesas vegetales de cada tratamiento. Se observa que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre tratamientos.

Figura 22

Pérdidas por cocción de los cinco tratamientos de hamburguesas vegetales



Nota: Letras iguales significan que no hay diferencia significativa en cada tratamiento ($p > 0.05$).

3.5. Características sensoriales y aceptabilidad de las hamburguesas

En el análisis sensorial participaron 100 panelistas de tipo consumidor. De todos los consumidores, el 50% fueron mujeres y 50% varones. Las edades estuvieron en el rango de 18 a 34 años. Además, manifestaron su frecuencia de consumo de hamburguesas de acuerdo con la siguiente distribución: 13% declaró consumir cada 15 días, el 9% 1- 3 veces por semana, 31% fue de 1 vez al mes y el 47% declaró consumir esporádicamente. Previamente, antes de la participación de cada consumidor, se les brindó un documento “consentimiento libre e informado” mostrado en el Anexo 2, donde tuvieron que leer y firmar para dar inicio a su participación.

3.5.1. Características sensoriales

En la Tabla 2 se muestra las palabras obtenidas de los comentarios de los consumidores por el *free comment*. Fueron generadas 104 palabras en la evaluación de los cinco tratamientos. Mediante proceso de lematización y categorización, los investigadores (tesistas y asesores) agruparon a las palabras, con metodología similar a la de Rios-Mera et al. (2019). De esta forma, los términos fueron agrupados en un total de 22, los cuales fueron considerados los descriptores sensoriales de las hamburguesas.

Tabla 2*Categorización de los términos sensoriales generados*

Términos	Términos relacionados
Ahumado	<i>Olor ahumado</i>
Amargo	-
Arenoso	<i>Refinado, fina</i>
Carne	<i>Carne cocida, carne cruda, carne molida, color a carne, color carne, color carne de cerdo, olor a carne, chorizo, hot dog, tocino, embutido, pollo</i>
Condimentado	<i>Condimento, olor a condimento, olor condimentado, especias, ajinomoto</i>
Cremoso	<i>Textura cremosa, puré, masa de maíz</i>
Crocante	<i>Crujiente</i>
Desagradable	<i>No apetecible, hostigante, crudo</i>
Dulce	<i>Acaramelado, color acaramelado, color caramelo</i>
Firme	<i>Consistente, espeso, denso, uniforme, fibroso, duro, pacto</i>
Grumoso	<i>Granulado, partículas sólidas</i>
Harina	-
Ingredientes vegetales	<i>Olor a vegetales, menestra, olor a menestras, legumbres, olor a leguminosas, zanahoria, frijoles, maní, ajo, camote, brócoli, cereales, lenteja</i>
Jugoso	<i>Húmedo, fresco</i>
Marrón	<i>Marrón bronceado, marrón claro, marrón intenso, marrón oscuro, marrón rojizo, color café</i>
Picante	<i>Pimienta, ají</i>
Quemado	<i>Olor a quemado, olor quemado, oscuro, negro, opaco</i>
Rojo	<i>Rojizo, rojo pálido, rosado</i>
Sabroso	<i>Agradable, apetecible, atractivo, color atractivo, umami, intenso</i>
Salado	-
Seco	<i>Seca</i>
Suave	<i>Blanda, ligero, esponjoso, frágil, derretible</i>

En seguida, los términos fueron contabilizados para cada tratamiento, que dio lugar a la tabla de contingencia que muestra la frecuencia de mención de cada término por parte de los consumidores para cada tratamiento (Tabla 3). Los términos que tuvieron mayor frecuencia de mención fueron firme, sabroso y suave, evidenciado por frecuencias de mención mayores a 20, es decir, más de 20 consumidores utilizaron esos términos para describir a las hamburguesas. De estas, se observa que, sabroso tuvo mayor frecuencia de mención para la hamburguesa de arveja y garbanzo, mientras que, suave tuvo mayor frecuencia de mención para garbanzo. Además, otros atributos que destacaron con mayor frecuencia de mención fueron amargo, quemado, marrón, arenoso y seco, atribuido a la hamburguesa de cañihua.

Tabla 3

Tabla de contingencia de las frecuencias de los atributos de los cinco tratamientos de las hamburguesas

Atributos	Trigo	Arveja	Garbanzo	Quinua	Cañihua
Ahumado	7	2	1	1	1
Amargo	3	3	0	5	10
Arenoso	7	11	6	8	15
Carne	10	10	13	11	10
Condimentado	2	2	7	3	4
Cremoso	4	1	5	2	3
Crocante	2	1	0	3	6
Desagradable	2	2	3	6	4
Dulce	4	4	3	5	2
Firme	20	24	24	20	25
Grumoso	10	7	7	8	7
Harina	1	3	3	3	4
Ingredientes vegetales	10	12	7	12	10
Jugoso	5	1	7	5	0
Marrón	7	8	5	4	15
Picante	11	5	7	12	4

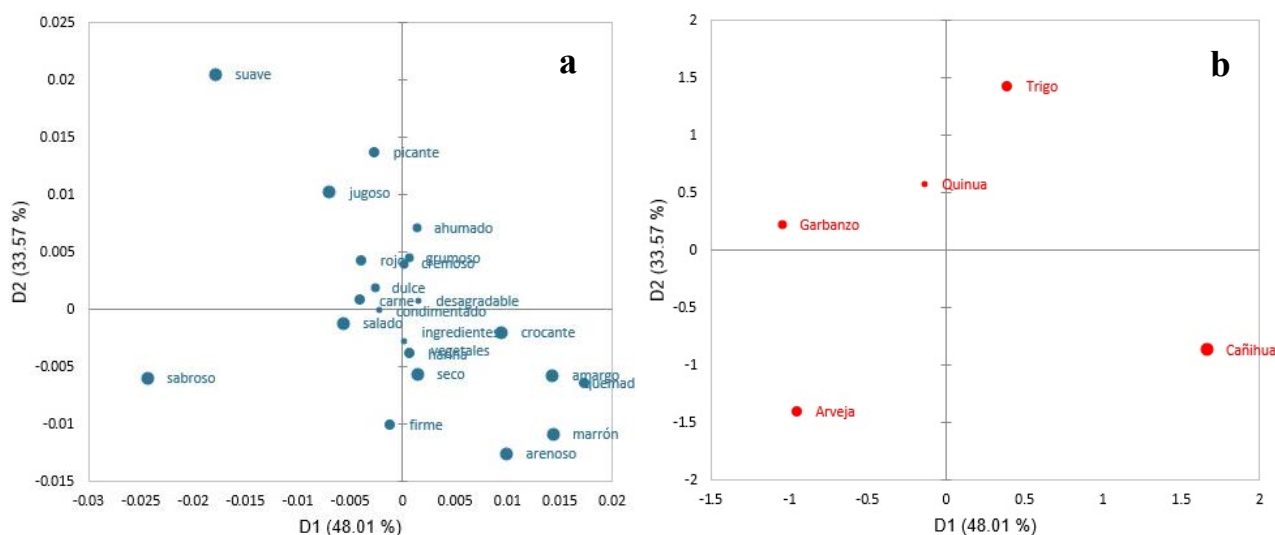
Quemado	4	2	5	3	14
Rojo	4	3	2	4	0
Sabroso	32	40	42	37	30
Salado	5	7	8	7	5
Seco	9	11	10	9	12
Suave	37	28	41	34	25

En la Figura 23 se analiza el mapa sensorial obtenido mediante análisis de correspondencia, en el que se muestra la distribución de los atributos sensoriales (a) y tratamientos (b). Ambos mapas (Figura 23a y b) se complementan, es decir, si los tratamientos están en el mismo cuadrante de los atributos sensoriales, es porque existe asociación de los tratamientos con esos atributos. Las dos primeras dimensiones (horizontal y vertical) del análisis de correspondencia explicaron el 81.58% de la varianza total de los datos.

El tratamiento de arveja y garbanzo destacaron con el término sabroso, como se evidencia en la Figura “23 a”, similar a lo observado en las evaluaciones individuales mostradas en la Tabla 3. Además, los términos jugoso y suave fueron asociados con la hamburguesa de garbanzo. Con respecto al tratamiento de quinua se ubica en la zona intermedia del mapa sensorial, lo que sugiere que fue caracterizado por un perfil sensorial equilibrado. En lo que concierne al tratamiento de trigo no presentó una característica marcante porque no se visualizan atributos sensoriales próximos a su ubicación. Finalmente, el tratamiento cañihua se vinculó principalmente con descriptores menos favorables, tales como amargo, quemado, marrón, arenoso y seco, lo que refleja un perfil sensorial distintivo, pero con menor potencial de aceptación en comparación con los demás tratamientos.

Figura 23

Términos del análisis sensorial (a) y tratamientos de las hamburguesas (b)

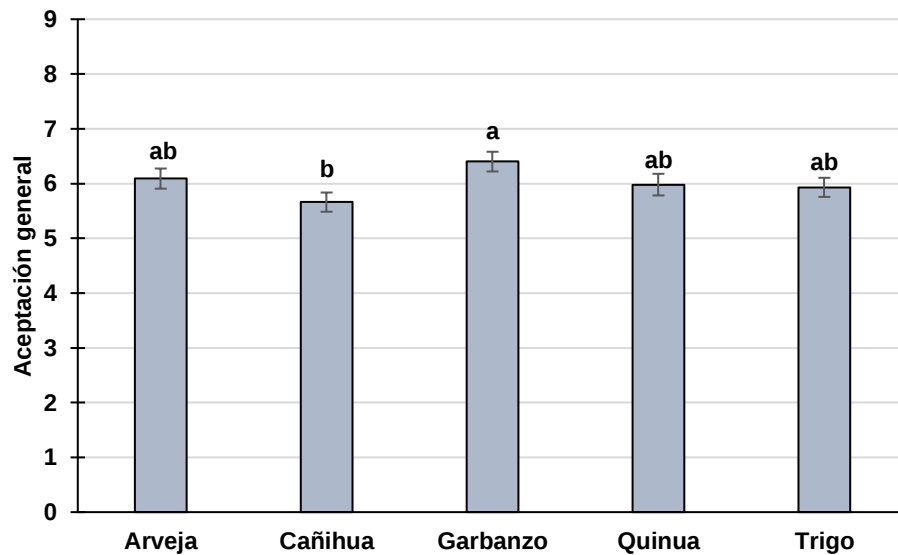


3.5.2. Aceptabilidad sensorial de las hamburguesas

El nivel de aceptabilidad mostrado en la Figura 24, indica que el tratamiento más aceptable es la hamburguesa de garbanzo, en comparación con el tratamiento de cañihua que fue el menos aceptable, lo cual puede ser explicado por los atributos sensoriales representados en la Figura 23. Además, los tratamientos trigo, arveja y quinua no representaron diferencias significativas con los tratamientos de cañihua y garbanzo.

Figura 24

Aceptabilidad general de las hamburguesas



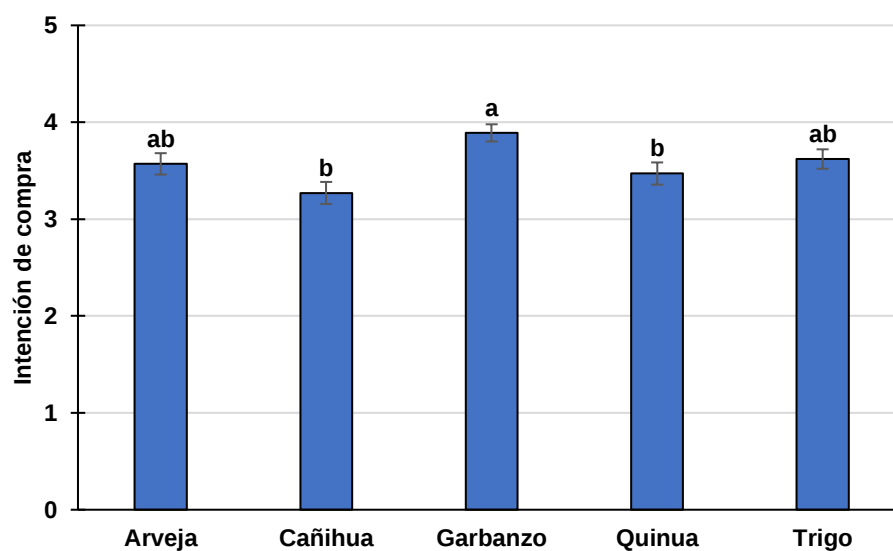
Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.6. Intención de compra de las hamburguesas

En la Figura 25 se demuestra la intención de compra de las hamburguesas, donde el tratamiento de garbanzo tuvo mayor intención de compra según los consumidores, a comparación de los tratamientos quinoa y cañihua que fueron los que tuvieron menor intención de compra. El tratamiento de garbanzo no presenta diferencia significativa con los tratamientos de trigo y arveja.

Figura 25

Resultados de intención de compra de las hamburguesas



Nota: Letras diferentes significan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

IV. DISCUSIÓN

La formulación y caracterización de las hamburguesas vegetales desarrolladas en este estudio demuestran relaciones entre la naturaleza de las harinas utilizadas (arveja, garbanzo, quinua, cañihua y trigo) y las propiedades fisicoquímicas, instrumentales y sensoriales del producto final.

En cuanto a la composición proximal, la mayor humedad observada en la formulación con harina de arveja sugiere una mayor capacidad de retención de agua, atribuida a las proteínas de esta leguminosa, caracterizadas por su alta solubilidad y capacidad de retener agua (da Silva et al., 2024). Contrariamente, el menor contenido de humedad en las hamburguesas elaboradas con harina de cañihua puede atribuirse a su alta proporción de fibra (Figura 10) principalmente insoluble, tal como reportado por Quispe et al. (2024). En este contexto, una mayor proporción de este tipo de fibra puede estar asociado con menor capacidad de retención de agua (Bulgaru et al., 2025), lo cual podría explicar la percepción de “seco” y de “arenosidad” en la hamburguesa conteniendo harina de cañihua (Figura 23). Estas características podrían estar asociadas a la menor puntuación de aceptación sensorial e intención de compra de la hamburguesa con harina de cañihua.

El mayor contenido proteico en la formulación con quinua (Figura 8) concuerda con la literatura que indica que la quinua aporta proteínas de buena calidad y cantidades relevantes para formulaciones alimentarias, además, aporta lípidos insaturados (Pathan y Siddiqui, 2022), lo que explica el incremento del contenido de grasa observado (Figura 9). Asimismo, el menor porcentaje de carbohidratos observado (Figura 11) concuerda con Manzanilla-Valdez et al. (2024), quienes reportaron bajos niveles de contenido de carbohidratos en tres variedades de quinua, lo cual es asociado con bajo índice glucémico, ideal para consumidores con hiperglicemia e intolerancia a la glucosa.

El análisis de color instrumental mostró diferencias principalmente en la luminosidad (L^*), donde la hamburguesa de cañihua obtuvo los menores valores tanto en crudo como en cocido (Figuras 12 y 15). Este efecto puede deberse a la presencia de pigmentos que dan la coloración oscura característica de la cañihua, y también a la reacción de Maillard inducida por la cocción y la presencia de compuestos fenólicos que dan origen a la formación del pigmento melanoidina (Brito et al., 2015). En este contexto, la cañihua se destaca por la presencia de compuestos fenólicos, especialmente flavonoides (Quispe et al., 2024). De esta forma, este efecto podría

explicar por qué la hamburguesa conteniendo harina de cañihua fue descrita sensorialmente como “marrón” y “quemado”.

En el perfil de textura instrumental, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en los parámetros de firmeza, cohesión, elasticidad y masticabilidad. El mismo comportamiento fue observado en las pérdidas por cocción, manteniéndose en torno de 15% para todos los tratamientos. Esto sugiere que la base de soya y el nivel de procesamiento aplicado proporcionaron una matriz estructural uniforme, capaz de estabilizar las diferencias composicionales entre las harinas.

En cuanto al análisis sensorial, los consumidores mostraron mayor aceptabilidad por las hamburguesas elaboradas con harina de arveja y garbanzo, ambas asociadas al descriptor “sabroso”, y garbanzo resaltando aún más por su asociación con “jugoso” y “suave” (Figura 23). Estos atributos son clave porque se alinean con las necesidades de los consumidores que resaltan el sabor y textura como direccionadores de la aceptación de análogos de carne, incluso aún más que los argumentos ambientales (Curtain y Grafenauer., 2019). Estos términos sensoriales también han sido asociados con mayor aceptabilidad en hamburguesas de origen animal, tales como de carne de res (Rios-Mera et al., 2020) y de pescado (Saavedra et al., 2022), lo cual es un buen indicador en la búsqueda de análogos de carne que no perjudiquen las expectativas sensoriales de los consumidores. En tal sentido, la hamburguesa con harina de garbanzo, que obtuvo mayor destaque sensorial, recibió la mayor aceptación e intención de compra (Figuras 24 y 25). En un estudio previo, Mariod y Elagdir (2024), reportaron que la sustitución de carne de camello con harina de garbanzo mejoró la aceptabilidad sensorial de hamburguesas, obteniéndose la mayor aceptabilidad general al 30% de sustitución de carne. De este modo, la harina de garbanzo puede ser considerado una opción vegetal adecuada cuando se pretende sustituir carne o imitar productos a base de carne, como es el caso de la hamburguesa. Para el presente estudio, los resultados obtenidos podrían predecir el éxito en el mercado de la hamburguesa a base de soya conteniendo harina de garbanzo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La composición proximal mostró que la hamburguesa a base de soya conteniendo diferentes tipos de harinas ayudaron a identificar su aporte nutricional de cada una de ellas. La hamburguesa de arveja destacó por tener un mayor porcentaje de humedad, cenizas y carbohidratos lo cual lo posiciona como una materia prima de alto valor para la aplicación de productos alimenticios; por otro lado, la hamburguesa de quinua alcanzó el nivel más alto en grasas y proteínas, mientras que cañihua reflejó mas en su contenido de fibra bruta.
- En el análisis del color instrumental en estado crudo y cocido, las hamburguesas de quinua y garbanzo fueron las que obtuvieron mayor luminosidad (L^*), respectivamente. Por otro lado, la hamburguesa de cañihua manifestó tonalidades más oscuras, evidenciado por los menores valores. En cuanto a la intensidad de color rojo (a^*) crudo no hubo diferencias en comparación con el cocido donde la hamburguesa de quinua y trigo fueron superiores al resto. Además, en intensidad de amarillo (b^*) entre los dos estudios no existió diferencia.
- Las características de las hamburguesas en su perfil de textura instrumental determinaron que no existe diferencia significativa en lo que concierne a firmeza, cohesión, elasticidad y masticabilidad; estos resultados se obtuvieron por su contenido de proteínas, almidón y fibra en la formación de la matriz de cada hamburguesa. El mismo patrón fue observado para las pérdidas por cocción.
- Las características sensoriales indicaron que la hamburguesa de garbanzo fue la más aceptable por parte de los consumidores, donde se caracterizó principalmente como “sabroso”, “suave” y “jugoso”. La hamburguesa de cañihua fue la menos valorada por los consumidores, debido a sus atributos “amargo”, “arenoso”, “marrón”, “quemado” y “seco”.
- En el análisis de intención de compra la hamburguesa de garbanzo fue la que obtuvo mayor aprobación, lo que apunta a una perspectiva de ser sumergida en el mercado de alimentos vegetales análogos de productos cárnicos,

pudiendo ser una alternativa sostenible para el rubro de la industria alimentaria.

5.2.Recomendaciones

- Se recomienda evaluar con mayor profundidad a las harinas, con el objetivo de definir parámetros específicos, tales como la humedad, el tamaño de partícula y la composición proximal.
- Estudios complementarios pueden incluir aspectos nutricionales, tales como la determinación de minerales o la digestibilidad de nutrientes. Este enfoque puede resaltar aún más las formulaciones de hamburguesa vegetal propuesta en esta investigación.
- Se recomienda estudiar la vida útil de las formulaciones propuestas, de tal forma que se pueda investigar en la estabilidad física, química y microbiológica durante el almacenamiento.
- Realizar estudios comparativos con hamburguesa de origen animal, para resaltar aún más la propuesta de este estudio como “análogo de carne”.
- Se recomienda que la Universidad Nacional de Jaén implemente líneas de producción en escala piloto, con fines de escalamiento de la propuesta de este estudio.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, H., Robleto-Martinez, E., Carolina de Sousa Silva, A., Souto, S., Batista, J., y Xavier Costa, E. J. (2021). Postharvest freezing process assessment of the blueberry structure in three acts: Bioimpedance, color, and granulometry analysis. *LWT*, 151, 112237. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112237>
- Aly, M. O., Ghobashy, S. M., y Aborhyem, S. M. (2023). Authentication of protein, fat, carbohydrates, and total energy in commercialized high protein sports foods with their labeling data. *Scientific Reports*, 13(1), 15359. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42084-3>
- AOAC (Ed.). (2005). *Official methods of analysis of AOAC International* (18. ed., current through rev. 1, 2006). AOAC International.
- Bosquez, G. L. M., Armijo, G. B. A., Tenemaza, A. R. C., y Guevara, A. C. E. (2024). Towards a Sustainable Future: Formulation and Characterization of Vegetable Meat from Chochocho and Soy Beans. *Centrosur Agraria*, 1(20), Article 20. <https://doi.org/10.37959/revista.v1i20.254>
- Botella-Martínez, C., Viuda-Martos, M., Fernández-López, J. A., Pérez-Alvarez, J. A., y Fernández-López, J. (2022). Development of plant-based burgers using gelled emulsions as fat source and beetroot juice as colorant: Effects on chemical, physicochemical, appearance and sensory characteristics. *LWT*, 172, 114193. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114193>
- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., Ghissassi, F. E., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Mattock, H., y Straif, K. (2015). Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, 16(16), 1599-1600. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)00444-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00444-1)
- Brito, I. L., de Souza, E. L., Felex, S. S. S., Madruga, M. S., Yamashita, F., y Magnani, M. (2015). Nutritional and sensory characteristics of gluten-free quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)-based cookies development using an experimental mixture design. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5866-5873. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1659-1>
- Bulgaru, V., Mazur, M., Netreba, N., Paiu, S., Dragancea, V., Gurev, A., Sturza, R., Şensoy, İ., y Ghendov-Mosanu, A. (2025). Characterization of Plant-Based Raw Materials Used in Meat Analog Manufacture. *Foods*, 14(3), 483. <https://doi.org/10.3390/foods14030483>

- Curtain, F., y Grafenauer, S. (2019). Plant-Based Meat Substitutes in the Flexitarian Age: An Audit of Products on Supermarket Shelves. *Nutrients*, 11(11), 2603. <https://doi.org/10.3390/nu11112603>
- da Silva, V. T., Mateus, N., de Freitas, V., y Fernandes, A. (2024). Plant-Based Meat Analogues: Exploring Proteins, Fibers and Polyphenolic Compounds as Functional Ingredients for Future Food Solutions. *Foods*, 13(14), 2303. <https://doi.org/10.3390/foods13142303>
- De Marchi, M., Costa, A., Pozza, M., Goi, A., y Manuelian, C. L. (2021). Detailed characterization of plant-based burgers. *Scientific Reports*, 11(1), 2049. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81684-9>
- Giang Vu, G., Zhou, H., y McClements, D. J. (2022). Impact of cooking method on properties of beef and plant-based burgers: Appearance, texture, thermal properties, and shrinkage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 9, 100355. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100355>
- Grasso, S., Rondoni, A., Bari, R., Smith, R., y Mansilla, N. (2022). Effect of information on consumers' sensory evaluation of beef, plant-based and hybrid beef burgers. *Food Quality and Preference*, 96, 104417. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104417>
- Manzanilla-Valdez, M. L., Boesch, C., Orfila, C., Montaña, S., y Hernández-Álvarez, A.-J. (2024). Descubriendo el espectro nutricional: Un análisis integral de la calidad de las proteínas y los factores antinutricionales en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild). *Food Chemistry: X*, 24, 101814. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101814>
- Mariod, A. A., y Abd Elagdir, M. (2024). Effect of partial replacement of meat with chickpea flour, soybean flour and skimmed milk powder on physicochemical and sensory evaluation properties of camel meat burger. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2321673. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2321673>
- Pathan, S., y Siddiqui, R. (2022). *Composición nutricional y componentes bioactivos de las hojas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.): Una revisión*. 14(3), 558. <https://doi.org/10.3390/nu14030558>
- Quispe, A. J., Moreno, M. C., Leon, A. M., Bouchon, P., y Medina, W. T. (2024). Corrigendum to “Design of cañihua-rice: Development and characterization of an analogue of rice by warm-extrusion of cañihua (*Chenopodium*

- pallidicaule Aellen) and rice (*Oryza sativa*) flours” [Food and Humanity Vol. 2 (2024) 100193]. *Food and Humanity*, 3, 100411. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100411>
- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Martins, M. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., y Contreras-Castillo, C. J. (2020). Impact of the content and size of NaCl on dynamic sensory profile and instrumental texture of beef burgers. *Meat Science*, 161, 107992. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107992>
- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., y Contreras-Castillo, C. J. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, 121, 288-295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>
- Saavedra, A. R. L., Rios-Mera, J. D., Imán, A., Vásquez, J., Saldaña, E., Siche, R., y Tello, F. (2022). A sequential approach to reduce sodium chloride in freshwater fish burgers considering chemical, texture, and consumer sensory responses. *LWT*, 167, 113854. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113854>
- Shahiri Tabarestani, H., y Mazaheri Tehrani, M. (2014). Optimization of Physicochemical Properties of Low-Fat Hamburger Formulation Using Blend of Soy Flour, Split-Pea Flour and Wheat Starch as Part of Fat Replacer System. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(1), 278-288. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00774.x>
- Shokry, A. M., Food Science and Technology, Agricultural Industrialization Unit, Desert Research Center, Cairo, y Egypt. (2016). The Usage of Quinoa Flour as a Potential Ingredient in Production of Meat Burger with Functional Properties. *2016*, 06(4), 1128-1137.
- Silva, G. D., Marapana, U., Kalubowila, A., Lalantha, N., y Seresinhe, T. (2010). Quality Changes of Burger from Vegetable, Wheat Flour, Rice Flour with Fat Emulsion during Frozen Storage. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 6, 65-68. <https://doi.org/10.3126/jfstn.v6i0.8262>
- Szenderák, J., Fróna, D., y Rákos, M. (2022). Consumer Acceptance of Plant-Based Meat Substitutes: A Narrative Review. *Foods*, 11(9), 1274. <https://doi.org/10.3390/foods11091274>

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por prestarnos la vida y seguir firmemente con nuestros proyectos de vida.

A nuestra casa superior de estudios “Universidad Nacional de Jaén” por permitirnos desarrollarse y formarse profesionalmente, a la plana docente de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias por impartir sus conocimientos con nosotros lo cual fortalecieron nuestra formación.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestros asesores al Dr. Juan Dario Rios Mera y Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano, por aceptar ser parte de esta aventura académica, quienes desde primera instancia nos vienen encaminando y asesorando en el desarrollo de este proyecto. De igual manera a la Ingeniera Juanita Delgado Burga, encargada del Laboratorio Tecnología de Alimentos por su apoyo incondicional durante el proceso de ejecución de nuestro proyecto, así como a todo el personal del Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH).

Además, agradecemos al Instituto de Investigación de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Jaén, por facilitar la ejecución de la investigación a través del Semillero de Investigación en Reformulación de Alimentos (SIRA).

A nuestros padres por ser un pilar fundamental por estar presente en todo momento y por impulsarnos a ser personas de bien cada día en la sociedad, también a nuestros amigos y compañeros por formar parte de la investigación, impulsando cada día en el avance de la ejecución de nuestra tesis proyectada.

DEDICATORIA

Agradecido con Dios por brindarme la vida y la salud siempre, y permitirme haber llegado hasta donde estoy. A mis padres por siempre encaminarme y apoyarme incondicionalmente en cada objetivo tomado en mi vida. A la vez a mis asesores quien con su tiempo y experiencia hicieron posible toda esta aventura y que se me cumpla una meta trazada en mi formación profesional. También a mis hermanos (as), amigos y tíos que con sus palabras de aliento hicieron concretar uno sueño anhelado.

Atte: Ander Altamirano Carrasco

A Dios, por darme la oportunidad de cumplir cada etapa de mi formación académica y por fortalecerme con esfuerzo y dedicación en el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mis padres, Beatriz Alberca Martínez y Santos Rudecindo Perez Gonzales, por formarme con sólidos valores, por su apoyo incondicional en los momentos difíciles y por ser ejemplo de personas luchadoras llenas de amor. A mis asesores por inculcarnos conocimiento y orientación durante la investigación. A mis hermanos(as), quienes siempre han creído en mí y me han brindado su apoyo constante.

Atte: Gladis Amelia Perez Alberca

VII. ANEXOS

Evidencias de los tesistas de la ejecución de los objetivos de la tesis

Anexo 1. Proceso de la elaboración de las hamburguesas

Figura 26

Recepción de la materia prima e insumos



Figura 27

Remojo, cocción y molienda de los granos de soya



Figura 28

Extracción del jugo de remolacha



Figura 29

Formulación y pesado de la materia prima e insumos

INSUMOS	%
Masa: Soya	65.23
Harinas	15
Aceite	10
Beterraga	7.5
Sal	1.5
Cebolla	0.29
Ajo	0.29
Pimienta	0.19

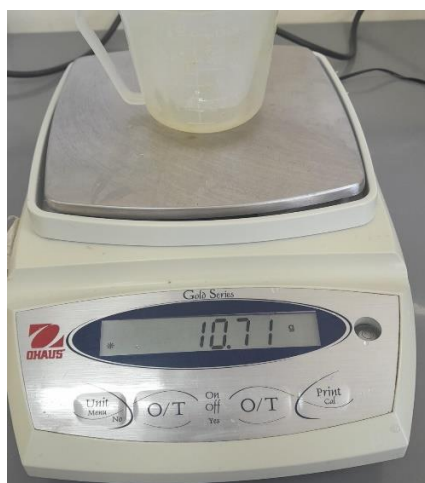


Figura 30

Mezclado homogéneo de la materia prima e insumos



Figura 31

Pesado de los 5 tratamientos

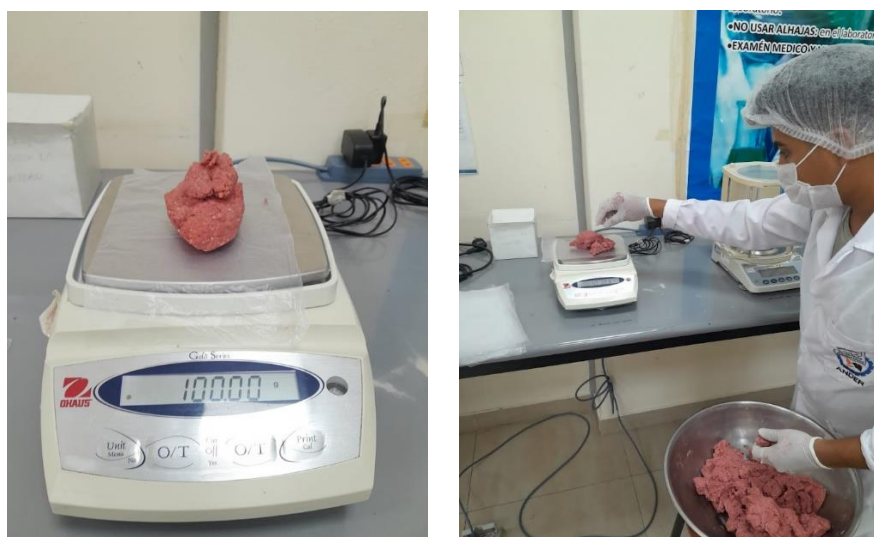


Figura 32

Formación de las hamburguesas



Anexo 2. Resultado final de las hamburguesas

Figura 33

Hamburguesas crudas



Figura 34

Hamburguesas cocidas



Anexo 3. Desarrollo de los análisis fisicoquímicos de las hamburguesas

Figura 35

Determinación de humedad



Figura 36

Informe de resultados de análisis proximal



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD Y ANÁLISIS
FISICOQUÍMICO



INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS PROXIMAL

Solicitante: Juan Dario Rios Mera

Fecha: 19/09/2025

Producto	Repetición	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)
Hamburguesa quinua	1	23.49	23.39	23.58	5.63
Hamburguesa quinua	2	23.44	22.4	21.47	5.5
Hamburguesa quinua	3	22.62	23.19	22.24	5.68
Hamburguesa trigo	1	24.15	23.05	17.91	5.27
Hamburguesa trigo	2	25.28	23.11	17.11	6.37
Hamburguesa trigo	3	21.23	24.09	18.07	5.3
Hamburguesa garbanzo	1	26.79	25.85	17.45	5.56
Hamburguesa garbanzo	2	27.6	25.97	17.3	5.78
Hamburguesa garbanzo	3	27.59	23.83	17.69	5.32
Hamburguesa cañihua	1	25.51	23.74	17.86	5.62
Hamburguesa cañihua	2	23.6	22.78	17.28	5.58
Hamburguesa cañihua	3	23.33	23.62	16.95	5.63
Hamburguesa arveja	1	27.36	25.64	9.84	5.77
Hamburguesa arveja	2	27.33	26.31	10.11	6
Hamburguesa arveja	3	26.74	25.61	10.26	6.25

Referencia:

AOAC (Ed.). (2005). Official methods of analysis of AOAC International (18. ed., current through rev. 1, 2006). AOAC International.

Atentamente,

Ing. Luis Silva Ramos

Responsable del Laboratorio de Control de Calidad y Análisis Fisicoquímico

Figura 37

Análisis de color instrumental



Figura 38

Análisis de textura Instrumental

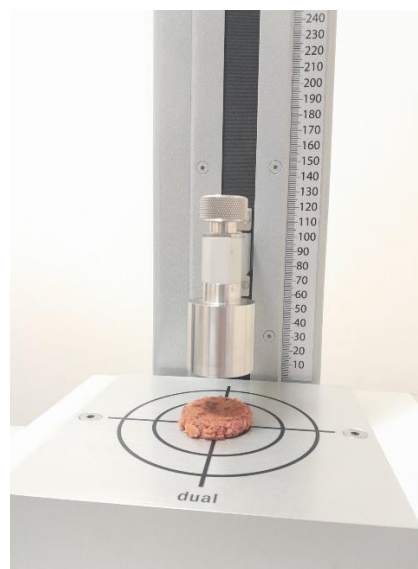


Figura 39

Análisis de pérdidas por cocción



Anexo 4. Evidencia del análisis sensorial

Figura 40

Cocción y análisis sensorial de las hamburguesas





Anexo 5. Ficha de evaluación sensorial

Análisis sensorial de hamburguesa vegetal

Bienvenido(a) al análisis sensorial de hamburguesa vegetal. A continuación, Usted evaluará 5 muestras de hamburguesa de manera secuencial (uno por uno). Informe al responsable del análisis el **número de tres dígitos** que aparece en la ficha de evaluación para que se le entregue la muestra, luego será solicitado lo siguiente:

- Califique la **aceptación** de la muestra, debiendo marcar en la escala cuánto te gustó o disgustó la muestra.
- En el recuadro vacío, redacte con sus propias palabras las **características** que percibe en la muestra, utilizando letra legible. Evitar el uso de términos relacionados a la preferencia. Por ejemplo: “me gustó”, “agradable”, “horrible”, “qué asco”, “delicioso”, etc.
- Evalúe la **intención de compra** de la muestra, debiendo marcar que tanto compraría o no el producto.
- Antes de pasar a la siguiente muestra, consuma un pedazo de galleta y agua para limpiar el paladar.
- Al finalizar el análisis de todas las muestras, completar algunos datos sociodemográficos (edad, sexo, frecuencia de consumo de hamburguesa).

Muestra: XXX

¿Cuánto te gustó o disgustó esta muestra? Marque con una X

Me disgustó muchísimo	Me disgustó mucho	Me disgustó moderadamente	Me disgustó ligeramente	No me gustó ni me disgustó	Me gustó ligeramente	Me gustó moderadamente	Me gustó mucho	Me gustó muchísimo

Redacte las características sensoriales que percibe en la muestra

--

Indique la intención de compra del producto. Marque con una X

Definitivamente no compraría	Probablemente no compraría	Indeciso	Probablemente compraría	Definitivamente compraría

Consuma un pedazo de galleta y beba un poco de agua para limpiar el paladar antes de solicitar la siguiente muestra.

Por favor, responda a las siguientes preguntas:

Sexo: M___/ F___/ Prefiero no declarar__

Edad: _____

Frecuencia de consumo de hamburguesa:

- | | | |
|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| ☐ Cada 15 días | ☐ 1-3 veces por semana | ☐ 1 vez al mes |
| ☐ Raramente | ☐ 4-6 veces por semana | ☐ Diariamente |

MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Anexo 6. Ficha de consentimiento libre e informado

CONSENTIMIENTO LIBRE E INFORMADO

Título de la investigación

Desarrollo y caracterización de hamburguesas vegetales a base de soya conteniendo harina de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua.

Justificación

Los productos vegetales surgen como una alternativa a la carne, ofreciendo beneficios a la salud humana y ayudando a prevenir enfermedades graves, también los gases de efecto invernadero (GEI), lo cual favorece el ecosistema y sus especies. Este proyecto estudia hamburguesas vegetales con harinas de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua, comunes en la dieta peruana, pero poco exploradas en hamburguesas. Se evaluarán su valor proteico, perfil de aminoácidos, características sensoriales, aceptabilidad sensorial e intención de compra.

Objetivo

Desarrollar y caracterizar hamburguesa vegetal a base de soya y conteniendo cinco tipos de harinas: trigo, arveja, garbanzo, quinua o cañihua.

Material y métodos

Hamburguesas vegetales a base de soya, con harinas de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua, entre otros ingredientes. Cinco muestras de 10 g cada una serán evaluadas por los consumidores utilizando una escala de aceptación sensorial de 9 puntos, que abarca desde 1 “me disgusta muchísimo” hasta 9 “me gusta muchísimo”, seguidamente de una prueba de comentarios libres para describir características sensoriales relacionados al olor, sabor, color, apariencia y textura. Al final, se medirá la intención de compra de los participantes en una escala del 1 al 5, donde 1 representa “definitivamente no compraría” y 5 “definitivamente compraría”.

Poblaciones participantes del estudio: La población para la evaluación sensorial lo constituye la comunidad universitaria (mayores de 18 años) de la Universidad Nacional de Jaén. Se requiere que los participantes sean personas saludables, sin alergias a los ingredientes especificados en la sección de material y métodos, y que dispongan de tiempo para formar parte de la evaluación.

Riesgo y criterios de exclusión: Este estudio de investigación no representa ningún tipo de riesgo microbiológico, físico y químico para los participantes. No obstante, aquellos participantes alérgicos a los ingredientes detallados en la sección de material y métodos no deberán participar de la evaluación. Otros criterios de exclusión incluyen a personas menores de edad, también aquellos que manifiesten no haber consumido nunca hamburguesas, y aquellos que no dispongan de tiempo para participar en la evaluación sensorial.

Beneficios: En esta investigación, los participantes no recibirán ningún tipo de beneficio directo del estudio; sin embargo, la información que proporcionen será de gran valor para caracterizar el producto y determinar el nivel de aceptación e intención de compra por parte de los consumidores. Además, los datos recopilados podrán ser utilizados en el futuro para llevar a cabo otros estudios.

Privacidad: Los resultados de este estudio se presentarán en congresos y se publicarán en artículos científicos. La identidad de todos los participantes se mantendrá en estricta confidencialidad, por lo que no se compartirá ninguna información personal.

Los investigadores responsables del estudio están disponibles para responder a cualquier pregunta relacionada con los procedimientos, riesgos, beneficios y otros aspectos de la investigación. Además, se facilitarán copias del "CONSENTIMIENTO LIBRE E INFORMADO" a cada participante. Ellos también se encargarán de resolver cualquier problema o inconveniente que se dé en el transcurso del análisis sensorial.

La participación en el análisis sensorial es completamente voluntaria, y los participantes tienen el derecho de retirar su consentimiento durante su participación en cualquier momento.

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO

Yo _____, acepto participar en el estudio: “Desarrollo y caracterización de hamburguesas vegetales a base de soya conteniendo harina de trigo, arveja, garbanzo, quinua y cañihua”. Fui debidamente informado por el investigador sobre los procedimientos involucrados en el mismo, así como los posibles riesgos y beneficios derivados de mi participación. Se me ha asegurado la confidencialidad de la información e indicado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento.

Firma del sujeto: _____

Firma del investigador responsable: _____

Si necesita información adicional sobre la investigación, póngase en contacto con los investigadores responsables:

Ander Altamirano Carrasco (ander.altamirano@est.unj.edu.pe – 995104143)

Gladis Amelia Perez Alberca (gladis.perez@est.unj.edu.pe – 917456037)

Dr. Juan Dario Rios Mera (juan.rios@unj.edu.pe - 953 227 588)

Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano (hubert.arteaga@unj.edu.pe - 994 692 016)

Anexo 7. *Análisis de datos de la composición proximal de las hamburguesas*

Tabla 4

Supuestos del análisis de humedad

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.97529	0.9272
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 2.4378$ gl=4	0.6558

Tabla 5

Supuestos del análisis de proteínas

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.94698	0.4782
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 5.6874$ gl=4	0.2237

Tabla 6

Supuestos del análisis de grasas

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.94518	0.4519
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 7.5082$ gl=4	0.1113

Tabla 7

Supuestos del análisis de fibra bruta

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.93087	0.2812
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 5.2146$ gl=4	0.266

Tabla 8

Supuestos del análisis de carbohidratos

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.94501	0.4495
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 3.5234$ gl=4	0.4743

Tabla 9*Supuestos del análisis de (L*) crudo*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.94546	0.456
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K ² = 0.60323 gl=4	0.9627

Tabla 10*Supuestos del análisis de (L*) cocido*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.93264	0.2987
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K ² = 4.1156 gl=4	0.3906

Tabla 11*Supuestos del análisis de intensidad de rojo (a*) crudo*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.91802	0.1797
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K ² = 0.35109 gl=4	0.9863

Tabla 12*Supuestos del análisis de intensidad de rojo (a*) cocido*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.92638	0.2408
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K ² = 1.3589 gl=4	0.8513

Tabla 13*Supuestos del análisis de intensidad de amarillo (b*) crudo*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.95021	0.5277
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K ² = 0.57794 gl=4	0.9655

Tabla 14*Supuestos del análisis de intensidad de amarillo (b*) cocido*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.97095	0.8719
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K2 = 1.2393 gl=4	0.8716

Tabla 15*Supuestos del análisis de firmeza*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.93679	0.3438
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K2 = 2.475 gl=4	0.6491

Tabla 16*Supuestos del análisis de cohesión*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.93757	0.3527
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K2 = 1.4446 gl=4	0.8364

Tabla 17*Supuestos del análisis de elasticidad*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.9642	0.7648
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K2 = 2.2419 gl=4	0.6914

Tabla 18*Supuestos del análisis de masticabilidad*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.9417	0.4042
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K2 = 5.5275 gl=4	0.2373

Tabla 19*Supuestos del análisis de pérdidas por cocción*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.90897	0.1306
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K2 = 2.7078 gl=4	0.6079

Tabla 20*Análisis de la varianza de humedad*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	29.233	7.308	16.02	0.000239***
Residuales	10	4.563	0.456		
Total	14	33.796			

Código de significancia: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05

Tabla 21*Análisis de varianza de proteínas*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	5.069	1.2674	7.625	0.00437**
Residuales	10	1.662	0.1662		
Total	14	6.731			

Código de significancia: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05

Tabla 22*Análisis de varianza de grasas*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	15.256	3.814	7.58	0.00447**
Residuales	10	5.031	0.503		
Total	14	20.287			

Código de significancia: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05

Tabla 23*Análisis de varianza de fibra bruta*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	103.93	25.983	328	1.48E-10***
Residuales	10	0.79	0.079		
Total	14	104.72			

Código de significancia: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05

Tabla 24*Análisis de varianza de carbohidratos*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	22.435	5.609	5.7	0.0118*
Residuales	10	9.839	0.984		
Total	14	32.274			

Código de significancia: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05

Tabla 25*Análisis de varianza de luminosidad (L*) crudo*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	15.882	3.971	4.975	0.0181*
Residuales	10	7.981	0.798		
Total	14	23.863			

Código de significancia: '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05

Tabla 26*Análisis de varianza de luminosidad (L*) cocido*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	47.52	11.88	3.833	0.0386*
Residuales	10	31.00	3.10		

Total	14	78.52			
-------	----	-------	--	--	--

Código de significancia: ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘*’ 0.05

Tabla 27

Análisis de varianza de intensidad de rojo (a) crudo*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	373.1	93.29	1.395	0.304
Residuales	10	668.9	66.89		
Total	14	1042			

Tabla 28

Análisis de varianza de intensidad de rojo (a) cocido*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	372.8	93.20	5.589	0.0126*
Residuales	10	166.8	16.68		
Total	14	539.6			

Código de significancia: ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘*’ 0.05

Tabla 29

Análisis de varianza de intensidad de amarillo (b) crudo*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	229.7	57.43	2.811	0.0843
Residuales	10	204.3	20.43		
Total	14	434			

Tabla 30

Análisis de varianza de intensidad de amarillo (b) cocido*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	508.4	127.09	2.84	0.0823
Residuales	10	447.4	44.74		

Total	14	955.8
-------	----	-------

Tabla 31

Análisis de varianza de firmeza

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	388.2	97.05	1.224	0.361
Residuales	10	793.2	79.32		
Total	14	1181.4			

Tabla 32

Análisis de varianza de cohesión

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	0.002307	0.0005767	0.681	0.621
Residuales	10	0.008467	0.0008467		
Total	14	0.0108			

Tabla 33

Análisis de varianza de elasticidad

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	0.01856	0.00464	2.148	0.149
Residuales	10	0.02160	0.00216		
Total	14	0.0402			

Tabla 34

Análisis de varianza de masticabilidad

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	601626	150406	1.118	0.401
Residuales	10	1345595	134559		
Total	14	1947221			

Tabla 35

Análisis de varianza de pérdidas por cocción

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	1.39	0.347	0.055	0.993
Residuales	10	62.52	6.252		
Total	14	63.91			

Anexo 8. Producción científica

Figura 41

Divulgación en evento científico



Nota: Link de la página: <https://proceedings.science/slacan-2025/trabalhos/consumer-perception-of-homemade-soy-based-burgers-containing-pea-canihua-chickpe?lang=pt-br>