

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

---

**Evaluación sensorial y vida útil de una hamburguesa vegetal elaborada a base de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)**

---

---

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial**

**Autores:**

**Bach. Arteaga Cano, Diego Rafael  
Bach. Paredes Julca, Juan Diego**

**Asesor:**

**Dr. Castillo Martinez, Williams Esteward  
DNI. N° 40169364  
Código ORCID: 0000-0001-6917-1009**

**Coasesora:**

**M.Sc. © Carbajal Romero, Guisela Pilar  
DNI. N° 46462548  
Código ORCID: 0000-0002-6144-9923**

**Nuevo Chimbote - Perú  
2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**CARTA DE CONFORMIDAD DE ASESOR**

La presente Tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objeto propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO**  
**AGROINDUSTRIAL**

**“EVALUACION SENSORIAL Y VIDA UTIL DE UNA  
HAMBURGUESA VEGETAL ELABORADA A BASE DE  
HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*), QUINOA  
(*Chenopodium quinoa*) Y SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*)”**

**AUTOR:**

Br. Arteaga Cano Diego Rafael  
Br. Paredes Julca Juan Diego

Dr. Williams Esteward Castillo Martinez  
ASESOR  
ORCID: 0000-0001-6917-1009  
DNI: 40169364



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**HOJA AVAL DEL JURADO EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado “EVALUACION SENSORIAL Y VIDA UTIL DE UNA HAMBURGUESA VEGETAL ELABORADA A BASE DE HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) Y SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*)”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: **Arteaga Cano Diego Rafael** y **Paredes Julca Juan Diego**, que tiene como asesor al **Dr. Williams Esteward Castillo Martinez** designado mediante la resolución decanal N° 546-2022-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 06 de Diciembre del 2024, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N° 779-2024-UNS-FI.

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. Saúl Eusebio Lara**  
**Presidente**  
Orcid: 0000-0001-6875-240X

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Luz María Paucar Menacho**  
**Secretario**  
Orcid: 0000-0001-5349-6167

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Williams Esteward Castillo Martinez**  
**Integrante**  
Orcid: 0000-0001-6917-1009

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 11:00 horas del día seis de diciembre del año dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 321-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara ..... (Presidente)
- Dra. Luz María Paucar Menacho ..... (Secretaria)
- Dr. Castillo Martinez Williams Esteward ..... (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis: **“EVALUACIÓN SENSORIAL Y VIDA ÚTIL DE UNA HAMBURGUESA VEGETAL ELABORADA A BASE DE HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) y SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*)”**, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- ARTEAGA CANO DIEGO RAFAEL
- PAREDES JULCA JUAN DIEGO

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dr. Castillo Martinez Williams Esteward**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:


BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ARTEAGA CANO DIEGO RAFAEL	19	EXCELENTE

Siendo las 12.30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 06 de diciembre del 2024

  
Ms. Saúl Marco Eusebio Lara  
Presidente

  
Dr. Luz Maria Paucar Menacho  
Secretario

  
Dr. Williams Esteward Castillo Martinez  
Integrante



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 11:00 horas del día seis de diciembre del año dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 321-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara ..... (Presidente)
- Dra. Luz María Paucar Menacho ..... (Secretaria)
- Dr. Castillo Martinez Williams Esteward ..... (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis: “EVALUACIÓN SENSORIAL Y VIDA ÚTIL DE UNA HAMBURGUESA VEGETAL ELABORADA A BASE DE HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) y SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*)”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- ARTEAGA CANO DIEGO RAFAEL
- PAREDES JULCA JUAN DIEGO

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dr. Castillo Martinez Williams Esteward**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
PAREDES JULCA JUAN DIEGO	19	EXCELENTE

Siendo las 12.30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 06 de diciembre del 2024

Ms. Saúl Marco Eusebio Lara  
Presidente

Dr. Luz Maria Paucar Menacho  
Secretario

Dr. Williams Esteward Castillo Martinez  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: john gonzales  
Título del ejercicio: primero  
Título de la entrega: "EVALUACION SENSORIAL Y VIDA UTIL DE UNA HAMBURGUEE...  
Nombre del archivo: PTI-P\_1.docx  
Tamaño del archivo: 495.25K  
Total páginas: 36  
Total de palabras: 7,885  
Total de caracteres: 43,732  
Fecha de entrega: 03-oct.-2023 05:01p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2184787945



# TESIS FINAL CON LA VIDA UTIL FINAL FINAL.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to 94839 Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://revistas.unitru.edu.pe">revistas.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://revistas.unat.edu.pe">revistas.unat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%



## **DEDICATORIA**

*En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la vida y fortaleza para poder alcanzar mis más aspiradas metas. Agradezco profundamente por brindarme la fortaleza y el conocimiento día tras día para permitirme ir aprendiendo a medida que va avanzando mi vida.*

*A mis padres, Azucena Pastora y Juvenal Pascual por apoyarme en todo momento y ser mi guía, gracias a ellos puedo salir adelante y ser mejor persona. A mi primo Jhair, por ser mi ejemplo a seguir, el que me enseñó y educo en todo lo que se y a saber sobrellevar los problemas de la vida para así poder afrontarlos con fuerza y sabiduría.*

*A mi novia Lohana y a mi familia por ser mi soporte emocional y mi felicidad, gracias a ellos soy mejor persona día tras día, además de brindarme todo su cariño y apoyo incondicional en todo momento, los quiero mucho.*

*A los Ingenieros del ITTA, al Ing. Williams Castillo y al Ing. John Gonzales por habernos apoyado siempre en todo momento y nos ayudaron a comprender nuestros errores o dificultades al momento de elaborar este trabajo de tesis, por su enorme paciencia y por brindarnos la fuerza para seguir adelante.*

### **ARTEAGA CANO DIEGO RAFAEL**

*Quiero agradecer a Dios por siempre estar a mi lado y siempre escucharme cuando más lo necesitaba, por brindarme la fuerza y conocimientos para siempre estar con una sonrisa todos los días.*

*A mis padres, Juan Pablo y Rocio por darme su apoyo y sus consejos en cada momento que he vivido en mi etapa universitaria, gracias a ellos he podido aprender ser una gran persona y me formaron para poder lograr ser un gran profesional. Hacer una mención especial a mi abuelo Juan Paredes que en paz descanse, de donde se encuentre sé que está muy orgulloso de lo que estoy logrando.*

*A nuestro asesor el Ing. Williams Castillo y al Ing. John Gonzales por habernos orientado y apoyado siempre cuando los hemos necesitado en todo momento para poder comprender nuestras dificultades al momento de poder elaborar el trabajo de tesis, por su excelente trabajo para poder salir adelante en este proyecto.*

**PAREDES JULCA JUAN DIEGO**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecemos a Dios, por ser nuestra guía en todo momento, por darnos el conocimiento y por siempre cuidar de nuestros seres queridos*

*Agradecemos infinitamente a nuestro asesor Mg. Williams Esteward Castillo Martínez por su gran disponibilidad y recomendaciones los cuales nos ayudaron a terminar de forma correcta nuestro trabajo de investigación, de igual forma por su gran paciencia.*

*Agradecemos infinitamente a nuestra familia, la cual nos dio esos ánimos y fortaleza durante todo el transcurso de la elaboración del siguiente proyecto de tesis y durante toda nuestra vida universitaria. Gracias por confiar en nosotros para no decaer o rendirnos en algún momento de tan maravilloso proceso.*

*A los docentes de la Universidad Nacional del Santa, por habernos educado durante toda la etapa universitaria, aportándonos conocimiento, destreza y entendimiento con el objetivo de convertirnos en grandes profesionales*

## INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
I. INTRODUCCION .....	2
II. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	11
2.1. Quinoa.....	11
2.1.1. Composición Química.....	11
2.1.2. Composición Taxonómica .....	12
2.2. Tarwi .....	12
2.2.1. Composición Química.....	13
2.2.2. Composición Taxonómica .....	14
2.2.3. Desamargado.....	14
2.3. Sacha Inchi.....	15
2.3.1. Composición Química.....	15
2.3.2. Composición Taxonómica .....	16
2.4. Hamburguesa .....	17
2.4.1. Composición Nutricional .....	17
III. MATERIALES Y METODOS .....	19
3.1. Lugar de realización.....	19
3.2. Materiales e instrumentos .....	19
3.2.1. Materia prima.....	19
3.2.2. Materiales de Laboratorio .....	19
3.2.3. Reactivos .....	20
3.2.4. Equipos e Instrumentos .....	21
3.3. Metodología .....	23
3.3.1. Muestreo.....	23
3.3.2. Población.....	23
3.3.3. Muestra.....	24
3.3.4. Análisis fisicoquímicos, sensoriales, vida útil y microbiológicos .....	24
3.3.5. Proceso metodológico para obtener la hamburguesa vegetal.....	27
3.4. Propuesta experimental .....	34
3.4.1. Diseño experimental.....	34
IV. RESULTADOS.....	36
4.1. Composición proximal de la materia prima para la elaboración de la hamburguesa vegetal	36
4.2. Composición fisicoquímica para las materias primas .....	37
4.3. Composición fisicoquímica de la hamburguesa vegetal .....	39
4.3.1. Análisis Fisicoquímicos .....	39
4.3.2. Composición Proximal.....	55

	Pág.
4.4. Análisis de Actividad de Agua.....	44
4.5. Análisis de Colorimetría.....	48
4.6. Análisis de Vida Útil de la formulación óptima (Textura Instrumental).....	52
4.7. Determinación de la formulación óptima en base a la aceptabilidad.....	53
4.7.1. Elaboración y planteamiento estadístico realizado a los análisis sensoriales.....	55
4.7.1.1. Evaluación del atributo “Olor”.....	55
4.7.1.2. Evaluación del atributo “Color”.....	57
4.7.1.3. Evaluación del atributo “Sabor”.....	58
4.7.1.4. Evaluación del atributo “Apariencia general”.....	60
V. CONCLUSIONES .....	63
VI. RECOMENDACIONES.....	64
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	679
VIII. ANEXOS .....	70

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Diferencia de composición química de muestras de quinua .....	12
Tabla N° 2: Descripción Taxonomía de la Quinua .....	12
Tabla N° 3: Descripción de la composición química del Tarwi .....	13
Tabla N° 4: Descripción taxonómica del tarwi .....	14
Tabla N° 5: Descripción de composición química del Sacha Inchi .....	16
Tabla N° 6: Descripción taxonómica del Saccha Inchi .....	16
Tabla N° 7: Composición Nutricional de la pulpa de una hamburguesa.....	10
Tabla N° 8: Métodos de análisis de las propiedades físicas de la hamburguesa .....	27
Tabla N° 9: Cuadro de Variables con valores máximos y mínimos.....	34
Tabla N° 10: Formulación de mezclas para elaborar la hamburguesa vegetal.....	35
Tabla N° 11: Formulación guía y de otro ingredientes .....	26
Tabla N° 12: Composición Proximal de la Materia Prima.....	27
Tabla N° 13: Resultados composición fisicoquímica de la materia prima.....	28
Tabla N°14: Resultados de análisis fisicoquímicos de la hamburguesa vegetal.....	30
Tabla N°15: Análisis ANOVA para las cenizas.....	31
Tabla N°16: Prueba de múltiples rangos para % de cenizas por formulación.....	31
Tabla N°17: Análisis ANOVA para la acidez.....	33
Tabla N°18: Prueba de múltiples rangos para % de acidez por formulación.....	33
Tabla N°19: Análisis ANOVA para el pH.....	34
Tabla N°20: Prueba de múltiples rangos para % de pH por formulación.....	35
Tabla N°21: Análisis ANOVA para la humedad (%) .....	37
Tabla N°22: Prueba de múltiples rangos para % de humedad por formulación.....	37
Tabla N°23: Resultados de análisis proximal de la hamburguesa vegetal.....	39
Tabla N°24: Análisis ANOVA para el porcentaje de grasa.....	40
Tabla N° 25: Prueba de múltiples rangos para % de grasa por formulación.....	40
Tabla N°26: Análisis ANOVA para el porcentaje de proteína.....	42



Tabla N°27: Prueba de múltiples rangos para % de grasa por formulación.....	42
Tabla N°28: Actividad de agua de los tratamientos.....	44
Tabla N°29: Análisis ANOVA para la Aw.....	45
Tabla N°30: Prueba de múltiples rangos para actividad de agua por formulación.....	46
Tabla N°31: Análisis de colorimetría de los tratamientos Método CIELAB.....	48
Tabla N°32: Análisis ANOVA para la Luminosidad.....	49
Tabla N°33: Prueba de múltiples rangos para la luminosidad por formulación.....	50
Tabla N°34: Desviación estándar y promedios de la evaluación sensorial realizada a cada tratamiento.....	54
Tabla N°35: Análisis de varianza en el atributo de olor en la hamburguesa vegetal.....	55
Tabla N°36: Prueba de Fisher LSD para el atributo olor de las formulaciones de la hamburguesa vegetal.....	56
Tabla N°37: Análisis de varianza en el atributo de color en la hamburguesa vegetal.....	57
Tabla N°38: Prueba de Fisher LSD para el atributo color de las formulaciones de la hamburguesa vegetal.....	58
Tabla N°39: Análisis de varianza en el atributo de sabor en la hamburguesa vegetal.....	59
Tabla N°40: Prueba de Fisher LSD para el atributo sabor de las formulaciones de la hamburguesa vegetal.....	60
Tabla N°41: Análisis de varianza en el atributo de apariencia general en la hamburguesa vegetal....	61
Tabla N°42: Prueba de Fisher LSD para el atributo aceptabilidad general de las formulaciones de la hamburguesa vegetal.....	62

## INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura N° 1: Ejemplos de escalas lineales.....	25
Figura N° 2: Grafico de Tiempo vs Fuerza con parámetros de textura.....	26
Figura N° 3: Crecimiento microbiano en diferentes intervalos de actividad acuosa.....	26
Figura N° 4: Sistema Hunter Lab (Coordenadas de color).....	29
Figura N° 5: Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi.....	31
Figura N° 6: Diagrama de flujo para la obtención de torta de sachá inchi.....	33
Figura N° 7: Diagrama de flujo para la obtención de hamburguesa vegetal.....	24
Figura N° 8: Gráfico de medias porcentaje de ceniza.....	32
Figura N° 9: Gráfico de medias porcentaje de acidez.....	34
Figura N° 10: Gráfico de medias pH.....	36
Figura N° 11: Gráfico de medias humedad.....	38
Figura N° 12: Gráfico de medias grasas.....	41
Figura N° 13: Gráfico de medias proteína.....	43
Figura N° 14: Índice de actividad acuosa en base a los tratamientos.....	44
Figura N° 15: Gráfico de medias porcentaje de acidez.....	47
Figura N° 16: Gráfico de medias de la luminosidad.....	50
Figura N° 17: Análisis de la Vida Útil Días vs dureza.....	52
Figura N° 18: Gráfico de medias para el atributo olor.....	56
Figura N° 19: Gráfico de medias para el atributo color.....	58
Figura N° 20: Gráfico de medias para el atributo sabor.....	60
Figura N° 21: Gráfico de medias para el atributo apariencia general.....	62

## INDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo N° 1: Composición proximal promedio de la materia prima.....	88
Anexo N° 2: Mediciones Carga vs Tiempo.....	89
Anexo N° 3: Informe de datos del dia final de la vida util.....	80
Anexo N° 4: Análisis de Textura realizados a la hamburguesa optima .....	97
Anexo N° 5: Balances de Materia de la Harina de Tarwi y Sacha Inchi.....	98
Anexo N° 6: Proceso de Obtencion de Harina de Tarwi.....	99
Anexo N° 7: Proceso de Obtencion de Torta de Sacha Inchi.....	99
Anexo N° 8: Proceso de Elaboracion de Hamburguesa Vegetal.....	99
Anexo N° 9: Caracterizacion de Proximal de los Analisis de Materia Prima y Hamburguesa. ....	99
Anexo N° 10: Valores de pH - Harina de tarwi.....	101
Anexo N° 11: Valores de pH - Harina de quinoa.....	102
Anexo N° 12: Valores de pH - Torta de sacha inchi .....	102
Anexo N° 13: Valores de pH – Hamburguesa Vegetal .....	102
Anexo N° 14: Preparación de muestras a baño maría .....	103
Anexo N° 15: Preparación de muestra para medir acidez en harina de tarwi .....	90
Anexo N° 16: Preparación de muestra para medir acidez en harina quinoa .....	90
Anexo N° 17: Preparación de muestra para medir acidez en torta de sacha inchi .....	90
Anexo N° 18: Muestras en campana de enfriamiento .....	107
Anexo N° 19: Muestras secas.....	108
Anexo N° 20: Evaluación de humedad y promedio porcentual de los tratamientos .....	109
Anexo N° 21: Muestras dentro del sistema de extracción SOXTEC .....	94
Anexo N° 22: Evaluación del nivel de grasa en los tratamientos.....	95
Anexo N° 23: a. Proceso de incineración de muestras b. Muestras en mufla .....	96
Anexo N° 24: Evaluación del porcentaje de ceniza en los tratamientos .....	97
Anexo N° 25: Ilustraciones del proceso de valoración del HCL al 0,1 N.....	99
Anexo N° 26: Ilustraciones del proceso para la obtención de proteínas (Método Kjeldahl).....	101
Anexo N° 27: Ficha de Evaluacion Sensorial .....	105
Anexo N° 28: Panelistas de Evaluacion Sensorial .....	113

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar y evaluar sensorialmente una hamburguesa vegetal elaborada con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). Se utilizó un diseño experimental de mezclas para determinar la formulación óptima considerando los atributos sensoriales y fisicoquímicos. La formulación T4, compuesta por 40% de harina de tarwi, 32.5% de harina de quinoa y 27.5% de sachá inchi, fue seleccionada como la más óptima tras obtener los mejores puntajes en olor (7.85), color (7.0), sabor (7.1) y apariencia general (7.5), según las evaluaciones sensoriales realizadas por un panel de 15 expertos. Los análisis fisicoquímicos mostraron que esta formulación posee un perfil nutricional balanceado, destacando por su alto contenido proteico y grasas saludables. Asimismo, se llevaron a cabo análisis microbiológicos, de vida útil, actividad de agua y colorimetría, los cuales confirmaron la estabilidad y calidad del producto. Este estudio concluye que la hamburguesa vegetal representa una alternativa nutritiva, sostenible y aceptada sensorialmente frente a las hamburguesas tradicionales.

**Palabras clave:** Hamburguesa vegetal, harina de tarwi, quinoa, sachá inchi, evaluación sensorial, diseño de mezclas, vida útil.

## ABSTRACT

The present research aims to develop and sensorially evaluate a vegetable burger made with tarwi flour (*Lupinus mutabilis*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) and sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). An experimental mixture design was used to determine the optimal formulation considering the sensory and physicochemical attributes. Formulation T4, composed of 40% tarwi flour, 32.5% quinoa flour and 27.5% sacha inchi, was selected as the most optimal after obtaining the best scores in smell (7.85), color (7.0), flavor (7.1) and general appearance (7.5), according to sensory evaluations carried out by a panel of 15 experts. Physicochemical analyses showed that this formulation has a balanced nutritional profile, standing out for its high protein content and healthy fats. In addition, microbiological, shelf-life, water activity and colorimetry analyses were carried out, which confirmed the stability and quality of the product. This study concludes that the vegetable burger represents a nutritious, sustainable and sensorially acceptable alternative to traditional burgers.

**Keywords:** Vegetable burger, tarwi flour, quinoa, sacha inchi, sensory evaluation, mix design, shelf life.



## I. INTRODUCCION

La carne hoy en día es considerada como uno de los productos más demandados en el mundo, aumentando el porcentaje de consumidores en un 58% en los últimos 20 años, lo cual provoca que se elaboren miles de productos en base a la carne, pero en el mundo no todos consumen dichos productos, existe un cierto porcentaje de la población mundial que no consume productos cárnicos, ya sea por problemas de salud, costumbres, estilo de vida o hasta incluso rechazo por la matanza indiscriminada de animales, Además de ello, algunas personas asocian el consumo de carne como un tipo de prevalencia a enfermedades crónicas como por ejemplo la obesidad (Urruzola 2018).

Se emplean técnicas proyectivas para analizar términos como "alimentación saludable", "vegetarianismo", "consumo de carne" y "persona vegetariana", donde se invita a los participantes a asociar libremente palabras relacionadas con estos conceptos. En un contexto como el de una comunidad universitaria, la atención tiende a centrarse más en el aspecto nutricional, con una limitada consideración de las proteínas al mencionar el término "comer carne". Por otro lado, al evocar la noción de "alimentación saludable", se establece una conexión con el consumo de frutas y verduras, con algunas menciones adicionales de grupos alimenticios como lácteos o huevos (Orellana, et al., 2013).

Por lo cual surge esta idea de formular una hamburguesa vegetal teniendo como ingredientes principales a la harina de tarwi, quinoa y sachá inchi, con el objetivo del gran valor nutricional que esta pueda aportar a la población, especialmente a aquellas personas que decidan llevar una vida saludable mediante el consumo de exclusivo de vegetales, puesto que, en la actualidad el cambio de estilo de vida en la población es muy común. "La harina de tarwi tiene un alto valor nutritivo, que se distingue por su alto contenido de proteína" (Navia-Coarite *et al.*, 2019).

Debido a su alto contenido de proteína y grasas, al añadir la harina de tarwi se potenciará mucho más el valor nutricional del producto a elaborar.

En el mercado actual existen pocas hamburguesas vegetales que tengan grandes propiedades alimenticias y estén elaboradas con productos 100% naturales, o si lo están, tienen en su composición colorantes o químicos que les ayudan a no perder dicha apariencia o aceptabilidad que le da al público consumidor.

El objetivo general del siguiente proyecto de investigación, se centra principalmente en crear y evaluar sensorialmente una hamburguesa vegetal elaborada a partir de harinas (quinoa y tarwi que con la ayuda del sachá inchi se formule una hamburguesa bien compactada con granos andinos de un valor nutricional incalculable, además de ello se desea evaluar la vida útil a través del tiempo para identificar cuanto tiempo puede durar la hamburguesa teniendo en cuenta distintos factores ambientales (tiempo, temperatura, humedad, etc.) . Los objetivos específicos son lograr caracterizar adecuadamente la materia prima, evaluar y determinar cuál será la mejor formulación de la

hamburguesa y de tal forma evaluarla sensorialmente ante panelistas para poder demostrar su aceptabilidad general.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Quinoa

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino de gran importancia socioeconómica en el altiplano peruano, con una demanda en aumento tanto a nivel nacional como internacional (Gómez et al., 2014). Este pseudocereal autóctono ha ganado reconocimiento a nivel mundial debido a su destacado perfil nutricional, que incluye niveles de proteínas que oscilan entre el 13% y el 17%, y contiene todos los aminoácidos esenciales (Martínez, 2014). Además, posee diversas cualidades nutracéuticas que favorecen la salud humana (Fuentes, 2014), lo que ha generado un creciente interés tanto en su cultivo como en su consumo. De una forma cuando esta pasa por procesos de industrialización como su conversión en harina la cual se vuelve una gran cantidad de proteínas que sobresale como una notable fuente de proteínas vegetales, ofreciendo un equilibrado conjunto de aminoácidos esenciales y fibra, es reconocido por ser el más completo en composición de aminoácidos en nuestro planeta. Este cereal incluye aminoácidos esenciales como la luteína y la lisina, fundamentales para la salud humana (Murphy y Matanguihan, 2015). Es importante destacar la relevancia de someter las semillas de quinoa a un proceso de industrialización adecuado, que incluya la eliminación de las saponinas y asegure la biodisponibilidad de los aminoácidos. Aquellas semillas destinadas a la comercialización, que se presenten envasadas sin la presencia del cliente y listas para el consumo, deben llevar en su etiqueta principal una advertencia clara y destacada, con caracteres visibles no menores a 2 mm, indicando: "Lavar hasta que desaparezca la espuma. No apto para consumo crudo, cocinar antes de consumir" (según el Código Alimentario Argentino, artículo 682) (ANMAT, 2014).

#### 2.1.1. Composición Química

La quinoa es un elemento fundamental en la dieta de los habitantes de los Andes. Es una opción alimentaria que carece de colesterol y grasas, lo que la convierte en un alimento que no contribuye al aumento de peso. Además, es fácil de digerir y se considera un producto natural y ecológico. Desde el punto de vista nutricional, destaca como una fuente económica de proteína vegetal con un alto valor nutritivo debido a su combinación única de aminoácidos esenciales. En comparación con otros cereales, la quinoa tiene un mayor valor calórico, alcanzando 350 Cal/100g tanto en grano como en harina, lo que la hace especialmente adecuada para zonas y épocas frías. En términos de composición, el grano de quinoa contiene entre un 12% y un 20% de proteínas, entre un 5.7% y un 11.3% de grasa, y entre un 2.7% y un 4.2% de fibra. La siguiente tabla muestra una comparación detallada de la composición nutricional de los principales granos andinos de quinoa (Padrón-Pereira, Carlos et al. 2015).

**Tabla N. 1***Diferencia de composición química de muestras de quinua*

<b>Componente</b>	<b>Quinua Blanca</b>	<b>Quinua Amarilla</b>	<b>Quinoa Roja</b>
Proteína (g/100 g)	15.17	14,30	12.80
Grasa (g/100 g)	6.13	5.54	5.03
Carbohidrato (g/100 g)	63.81	64.2	66.84
Fibra (g/100 g)	3,92	3.90	3.50
Ceniza (g/100 g)	2,74	3.69	3.37
Humedad %	12.15	12.27	11.96

**Fuente: Roberta et al (2019), Reynan C. (2022)****2.1.2. Composición Taxonómica**

La quinua se reconoce como el alimento vegetal más completo en términos de proteínas de alta calidad para la nutrición humana. Por esta razón, se analizan sus aspectos taxonómicos, que abordan la clasificación de la planta según sus características más sobresalientes (Cuadrado Alvear, 2012).

**Tabla N. 2***Descripción Taxonomía de la Quinua*

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
<b>División</b>	Angiospernas
<b>Clase</b>	Dicotiledonea
<b>Sub Clase</b>	Arquiclamidaec
<b>Orden</b>	Chenopodium
<b>Familia</b>	Chenopodiaceae
<b>Genero</b>	Chenopodium

**Fuente:** Organización de naciones unidas para la alimentación y agricultura (2024)**2.2. Tarwi**

El tarwi es una leguminosa que se cultiva a una altitud de alrededor de 2000 metros sobre el nivel del mar. Según Jara, E., y Rueda, C. (2003), pertenece a la familia de las papilionáceas y se caracteriza por tener flores con cinco pétalos. De acuerdo con Chipana et al. (2014), el cultivo de tarwi es de gran importancia en regiones cercanas al Lago Titicaca. Esto se debe a que los agricultores de la zona lo cultivan principalmente porque sus semillas pueden almacenarse por largos períodos, de uno a dos años, a diferencia de otros productos. Esto les permite ofrecerlo en las ferias locales, especialmente

cuando hay necesidades económicas o cuando los intermediarios ofrecen precios más altos por la compra de este producto.

La *Lupinus mutabilis*, también conocida como tarwi, es una leguminosa cuyas semillas son empleadas en la alimentación humana. Se distingue por su notable contenido de proteínas y aceites, lo que la posiciona como uno de los principales alimentos autóctonos a nivel global.

Sin embargo, para que sus granos sean aptos para el consumo, es necesario someterlos a un tratamiento previo para eliminar las sustancias anti nutricionales que contienen. Estas sustancias, como la esparteína, la lupinina y la lupanidina, actúan como defensas naturales contra los insectos. Además de su valor proteico, estas semillas son apreciadas por su elevado contenido de aceite, lo que las hace ser consideradas como una joya culinaria de los Andes. (Mujica & Jacobsen, 2006)

### 2.2.1. Composición Química

Los granos de tarwi sin desamargado exhibieron un contenido de proteína del 44,73 %, cifra que se encuentra en línea con los hallazgos de Quispe (2015), quien encontró que los genotipos de *Lupinus mutabilis* presentaban entre un 41 % y un 47 % de proteína cruda. Por otro lado, el contenido proteico de la harina de tarwi *Lupinus Aidulus* mostró un aumento con respecto al tarwi Agustini, alcanzando un 56,66 %. Este valor superó lo registrado por Quispe (2015) para los genotipos de *Lupinus mutabilis*, que oscilaban entre un 43 % y un 53 %. Carvajal-Larenas et al. (2016) evalúa la variedad Cuzcensis y señalan que durante el proceso de desamargado acuoso, se pierde materia seca soluble en el agua de procesamiento, lo que conduce a aumentos aparentes en el contenido de proteína debido a la lixiviación de carbohidratos solubles y minerales. Por lo tanto, se observa en la Tabla 3 que el porcentaje de carbohidratos disminuye en el tarwi desamargado.

**Tabla N. 3**

*Descripción de la composición química de 3 variedades de tarwi*

Composición	Tarwi		
	Lupinus agustini	Lupinus Aidulus	Lupinus cuzcensis
Proteína Total	47,43 ± 3,073	56,66 ± 4,645	44.3 ± 2.763
Carbohidrato	17,54 ± 1,083	3,07 ± 0,262	27.12 ± 1.935
Grasa	13.37 ± 0,673	23,20 ± 0,096	16.5 ± 1.004
Ceniza	2,23 ± 0,158	2,56 ± 0,105	5.52 ± 0.521
Fibra cruda	19.42 ± 1,165	10,60 ± 0,015	12.4 ± 0.254
Humedad	11,54 ± 0,717	3,90 ± 0,116	9.63 ± 0.421
Alcaloides	0.1 ± 0.0241	0.04 ± 0.0352	0.14 ± 0.053

**Fuente:** Quispe (2015), Choque *et al* (2019), Carvajal-Larenas et al. (2016)



### 2.2.2. Composición Taxonómica

Los granos de tarwi se destacan por su excepcional valor nutricional, caracterizado por un alto contenido de proteínas, incluida la lisina, un aminoácido esencial que se encuentra en cantidades limitadas en muchas otras fuentes vegetales (Navia-Coarite et al., 2019). Debido a su notable contenido de proteínas y grasas, el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es un cultivo autóctono de los Andes del Perú, Ecuador y Bolivia, donde se consume por su valor proteico, fibra y contenido graso (Granados et al., 2019).

**Tabla N. 4**

*Descripción taxonómica del tarwi*

<b>Nombres comunes</b>	Tarwi, chocho, tauri
<b>Nombre Científico</b>	<i>Lupinus mulabilis sweet</i>
<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Espermatofitas
<b>Clase</b>	Dicotiledoneas
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Genero</b>	Lupinus
<b>Especie</b>	Mutabilis

**Fuente:** Zirena Marca (2014)

### 2.2.3. Desamargado

La mayoría de los estudios sobre el proceso de desamargado del tarwi implican una primera etapa de remojo de los granos, que puede extenderse hasta 20 horas para garantizar su completa hidratación y facilitar la extracción de alcaloides en etapas posteriores. Luego, se procede con una etapa de cocción que varía en duración entre 0.5 y 6 horas. Esta fase tiene como objetivo inactivar las enzimas germinativas y deterioradoras (lipasas, lipooxigenasas) presentes en el grano, reducir la carga microbiana superficial, evitar la pérdida de proteínas debido a la coagulación, y aumentar la lixiviación de los alcaloides mediante el aumento de la permeabilidad de la pared celular. Una vez que los granos han sido remojados y cocidos, la eliminación de los alcaloides puede llevarse a cabo mediante métodos biológicos, químicos o acuosos.

Los procesos biológicos, como la germinación, la digestión biológica y la fermentación, están limitados a los granos con un contenido de alcaloides inferior a 1,1 g/100 g, los cuales pueden requerir una cantidad considerable de tiempo y energía, llegando a durar hasta 5 días. Por otro lado, los tratamientos químicos son viables para granos de tarwi con un contenido de alcaloides de 4,2 g/100 g; sin embargo,

estos métodos presentan desventajas como pérdidas de masa, incertidumbre en cuanto a la seguridad química del producto y un impacto ambiental negativo.

El método acuoso es ampliamente utilizado, tanto a nivel doméstico como comercial, para el desamargado del tarwi cuando el contenido de alcaloides supera los 4,2 g/100 g. Aunque este proceso no es altamente eficiente, ya que puede durar alrededor de 5 días, consume aproximadamente 63 kg de agua por kg de grano y resulta en altas pérdidas de sólidos (0,27 kg/kg de materia seca), su uso se considera beneficioso. Esto se debe a que evita la contaminación ambiental por productos químicos y evita cambios en las características de calidad del producto, como sucede con otros métodos de desamargado (Carvajal-Larenas et al., 2013).

### **2.3. Sacha Inchi**

El sacha inchi es una planta trepadora semileñosa sin una altura definida. Sus flores se diferencian por género: las masculinas se agrupan en nudos distales, mientras que las femeninas se encuentran en la base del racimo. El fruto es una cápsula de 3.5 a 4.5 cm de diámetro con cuatro lóbulos aristados, cada uno con una semilla en su interior. Estas semillas tienen forma lenticular, varían en color desde marrón claro hasta marrón oscuro y miden entre 1.3 y 2.1 cm de diámetro (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2013).

El departamento de San Martín, ubicado en la Amazonía peruana y que abarca el 3.9% del territorio nacional, es clave en la exportación de sacha inchi y sus derivados, como el aceite de sacha inchi (Banco Central de la Reserva del Perú [BCRP], 2018). Aunque la producción nacional de sacha inchi representa el 49% del total, San Martín destaca por la amplitud de sus datos estadísticos comparado con otras regiones, donde los ingresos por exportación de sacha inchi y sus derivados se reportan de manera general y sin especificaciones (PROMPERÚ, 2018).

#### **2.3.1. Composición Química**

Con respecto a la composición química, se realiza una comparación de las distintas variedades de sacha inchi, las semillas de *P. carolis-vegae* y *P. huayllabambana* se destacan por su alto contenido de grasas, con valores de 49,28% y 48,82%, respectivamente, en comparación con *P. volubilis*, que tiene un contenido de grasas del 34,23%. Resultados similares fueron reportados por Ruiz et al. (2013), quienes encontraron que las semillas de *P. huayllabambana* tienen un contenido de grasas del 54,3% en base seca, mientras que *P. volubilis* tiene un 49,0%. En general, según Wang et al. (2018), las tres especies se encuentran dentro del rango estimado de porcentaje de grasas para semillas de sacha inchi, que es de 33,4% a 55,3%.

**Tabla N. 5**

*Descripción de composición química de 3 variedades de Sacha Inchi y ácidos grasos*

<b>Componente</b>	<b>P. volubilis</b>	<b>P. carolis-vegae</b>	<b>P. huayllabambana</b>
Proteína	16,43 ± 0,01	14,26 ± 0,14	8,83 ± 0,13
Grasas	34,23 ± 0,49	49,28 ± 0,49	48,82 ± 0,55
Carbohidratos	31,89	23,64	28,29
Cenizas	2,53 ± 0,01	2,59 ± 0,01	2,80 ± 0,06
Humedad	6,28 ± 0,03	6,90 ± 0,06	7,68 ± 0,09
Fibra	8,64 ± 0,25	3,33 ± 0,11	3,58 ± 0,14
Palmítico	3,98 ± 0,05	4,82 ± 0,04	4,45 ± 0,03
Estearico	2,88 ± 0,04	1,78 ± 0,04	1,91 ± 0,05
Oleico	8,47 ± 0,03	8,23 ± 0,02	8,30 ± 0,04
Linoleico	35,78 ± 0,04	27,30 ± 0,10	25,90 ± 0,07
Linolénico	48,32 ± 0,09	57,06 ± 0,10	58,71 ± 0,14

**Fuente:** Jose V. (2022), Ruiz et al. (2013), Wang et al. (2018)

### 2.3.2. Composición Taxonómica

El género *Plukenetia*, perteneciente a la familia *Euphorbiaceae* (euforbiáceas), incluye plantas anuales de relevancia ornamental, medicinal, alimenticia e industrial, que se caracterizan principalmente por la presencia de una sustancia lechosa similar al látex y frutos capsulares. Este género consta de 19 especies, distribuidas en regiones pantropicales: 12 especies se encuentran en Sudamérica y Centroamérica, y 7 en Europa. La mayor variabilidad dentro de *P. volubilis* se halla en la vertiente oriental de los Andes en Perú, cerca de la frontera con Brasil. Las especies de *Plukenetia* son principalmente plantas trepadoras, lianas o, en raras ocasiones, hierbas perennes y rastreras (Herrera W., 2010; Hurtado, 2013).

**Tabla N. 6:** Descripción taxonómica del Sacha Inchi

<b>Orden</b>	<i>Euphorbiales</i>
<b>Familia</b>	<i>Euphorbiaceae</i>
<b>Genero</b>	<i>Plukenetia</i>
<b>Especie</b>	<i>Volubilis Linneo</i>
<b>Nombre Científico</b>	<i>Plukenetia volubilis L.</i>
<b>Nombre Común</b>	<i>Sacha Inchi</i>

**Fuente:** Oxford (2020)

## **2.4. Hamburguesa**

Según la Norma Técnica Peruana NTP, 2020, para alimentos mezclados como hamburguesas o alimentos compactados y molidos hamburguesa, se define como un alimento que consiste en una porción de carne, generalmente de res, que se cocina y se coloca entre dos panes, a menudo acompañada de diversos ingredientes como lechuga, tomate, cebolla, salsas y quesos. Existen variaciones que incluyen diferentes tipos de carne (pollo, cerdo, vegetarianas, etc.) y diversas formas de preparación. Como bien se sabe, la hamburguesa es considerada un alimento de tipo procesado, es decir que paso por varias etapas en su elaboración, tiene forma de sándwich formada comúnmente por carne molida o triturada en forma de filete, es posible prepararla frita o a la parrilla, hoy en día es muy común que las cadenas de comida rápida usen la denominación ‘Burger’ cuando se refieran a una hamburguesa. La presentación normalmente se da en un pan liviano seccionado en 2 partes dándole una forma semiesférica. En la mayoría de los casos es acompañada con lechuga, pepinillos, aros de cebolla, encurtidos y rodajas de tomate. De igual forma se le agrega algún tipo de crema de acompañamiento ya sea mayonesa, ají, mostaza y ketchup.

### **2.4.1. Composición Nutricional**

Las hamburguesas elaboradas con carne de res suelen tener un valor nutricional proteico comparable al de hamburguesas hechas con otros tipos de carne. Sin embargo, una diferencia notable radica en el contenido de grasa, que tiende a ser significativamente mayor en las hamburguesas de carne de res. En el caso de las hamburguesas caseras, los valores nutricionales pueden variar en comparación con los productos comerciales. Estas hamburguesas caseras suelen aportar niveles significativos de proteínas, lo que se traduce en un excelente valor biológico, además de ser ricas en vitaminas del complejo B y hierro. No obstante, un problema común con este tipo de hamburguesas es su alto contenido de grasas saturadas y colesterol. A pesar de esto, se destacan por su importante contenido proteico, que generalmente se encuentra en un rango del 14% al 20%, lo que las convierte en una fuente de proteínas de alto valor biológico. Las grasas saturadas en las hamburguesas pueden variar entre el 11% y el 19%. Aunque se reconoce que hay aspectos que podrían mejorarse en su composición para hacerlas más saludables, las hamburguesas en sí mismas son un alimento bien equilibrado. Contienen macronutrientes esenciales como vitaminas, proteínas y carbohidratos. La cantidad ideal de hamburguesas en una dieta equilibrada depende principalmente de la calidad de los ingredientes utilizados en su preparación. Por esta razón, se recomienda que las hamburguesas sean caseras, utilizando carne picada recién comprada en una carnicería. Es importante asegurarse de que no pasen muchas horas después de picarla para mantener su sabor natural y fresca.

Además, las hamburguesas caseras permiten un mayor control sobre los ingredientes, lo que facilita la reducción de grasas saturadas y la inclusión de ingredientes más saludables. Por ejemplo, se pueden añadir vegetales frescos, granos integrales y otros ingredientes nutritivos para mejorar el perfil nutricional de la hamburguesa. También es posible optar por métodos de cocción más saludables, como

asar a la parrilla en lugar de freír, para reducir el contenido de grasa. (Julián y Maria 2022)

**Tabla N. 7**

*Composición Nutricional de la pulpa de una hamburguesa*

<b>Alimentos</b>	<b>Nivel Calórico (Cal)</b>	<b>Proteínas (gr)</b>	<b>Grasas (gr)</b>	<b>Hidratos de Carbono</b>
Hamburguesa	200	17	13	0

**Fuente:** Agroindustria Cárnica (2014)

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de realización

Los análisis de dicho estudio se llevaron a cabo en los ambientes de la EPIA (Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial), entre ellos se encuentran:

- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (IITA)
- Laboratorio de Química Orgánica
- Planta Piloto Agroindustrial (PPA)
- Laboratorio de Calidad

#### 3.2. Materiales e instrumentos

##### 3.2.1. Materia prima

El tarwi es una leguminosa andina de forma ovalada envuelta en una vaina que mide entre 5 y 12 cm, con semillas de entre 0,5 y 1,5 cm cada una. Un kilogramo de tarwi contiene entre 3500 y 5000 semillas, y su crecimiento varía según el tipo de cultivo y ecosistema (Eco granos, 2014).

La quinoa, o *Chenopodium quinoa* Willdenow, es una planta andina que alcanza entre 1 y 2 metros de altura, con pequeñas flores sin pétalos. El fruto seco de la quinoa mide 2 mm de diámetro y cada grano produce entre 250 y 500 semillas. Las semillas son lisas y pueden ser de color blanco, rosado o naranja (Midabri, 2022).

El sacha inchi es una semilla de forma estrellada con seis puntas. Sus frutos son cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro que, al madurar, adquieren un color marrón negruzco. En condiciones ambientales y al aire libre, la semilla puede conservarse por más de un año (INIA, 2020).

##### 3.2.2. Materiales de Laboratorio

- Pipetas graduadas (10 ml y 15 ml)
- Tubos de ensayo (Diámetro: 15 mm Longitud: 90 mm)
- Probetas (50ml, 250ml y 500ml)
- Matraz Erlenmeyer (250 ml)
- Placas de Petri de vidrio (100 mm)
- Agua destilada de grado 1
- Papel Filtro
- Fiola de vidrio (500 ml y 1000 ml)
- Pinzas de metal y madera
- Espátula de metal
- Crisoles de porcelana
- Mortero de porcelana
- Bureta de vidrio

- Embudo de vidrio
- Algodón
- Mesas de acero
- Cuchillos de acero
- Cucharas de acero
- Amasador de acero inoxidable
- Vasos de precipitado (50ml, 100ml y 250ml)
- Balón de destilación de 45 ml
- Pera de succión
- Rotuladores

### **3.2.3. Reactivos**

- Éter de petróleo 60 a 80°C  
Marca: Merck
- Fenolftaleína de grado analítico  
Marca: Merck
- Solución de hidróxido de sodio NaOH (0,1N)  
Marca: Merck
- NaOH 0,1 N  
Marca: Fisher Scientific
- Agua destilada  
Marca: Matraz
- Soda Caustica  
Marca: Losaro
- Ácido Sulfúrico (100 ml)  
Marca: Merck
- Alcohol de 96°  
Marca: Alkofarma
- Solución de ácido clorhídrico HCl valorado (0,1N)  
Marca: Merck
- Carbonato de Sodio Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
Marca: Sigma – Aldrich

- Biftalato de potasio KHC8H4O4  
Marca: Yohisa
- Anaranjado de Metilo  
Marca: Merck
- Pastillas Catalizadoras (mezcla de óxido de cobre, óxido de titanio y óxido de selenio)  
Marca: Velp Científica
- Ácido Bórico  
Marca: Erza

#### **3.2.4. Equipos e Instrumentos**

- Equipo: Secador de bandejas.  
Marca: Torr. H.  
Modelo: SBT-10X10.  
Serie: JP0010113  
País: Alemania
- Equipo: Kjeldahl  
Marca: FOSS  
Modelo: Kjelte 8100  
País: China
- Equipo: pH-Metro digital  
Marca: Thermo Scientific  
Modelo: ORION STAR A211  
País: Estados Unidos
- Equipo: Colorímetro digital  
Marca: Brookfield  
Modelo: DV-ULTRA  
País: Canadá
- Equipo: Analizador de Textura.  
Marca: Brookfield.  
Modelo: CT3 4500  
Serie: 8555940  
País: Estados Unidos



- Equipo: Refractómetro  
Marca: ATC  
Intervalo: 0 a 85°Brix  
País: China
- Equipo: Balanza analítica  
Marca: PRECISA GRAVIMETRICS A G.  
Serie: 321LX.  
Modelo: LX320A  
Desviación: 0.01 g  
País: Suiza
- Instrumento: Termómetro  
Marca: Germany Boeco  
Serie:BOECO  
Modelo: SH-110  
País: Alemania
- Equipo: Colorímetro  
Marca: Konica Miolta  
Modelo: CR-400  
País: Japón
- Equipo: Estufa.  
Marca: POL-EKO APARATURA  
Modelo: SW- 17TC  
Serie: SW-1990.  
País: E.E.U.U

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Muestreo**

Se plantea la muestra con respecto a el tarwi, en la que se utiliza 25.5 kg del tipo *Lupinus ballanus*, el cual es el que se cultiva en Ancash, el cual presenta un color blanco lechoso y una forma ovalada con una cobertura translúcida sin presencia de deterioro y con una buena conservación al ambiente.

Con respecto a la cantidad de harina de quinoa que se emplea es alrededor de 10 kg, de la variedad común o quinoa blanca de nombre científico *Chenopodium Quinoa Willdenow*, la cual es cultivada en la región de Ayacucho, la quinoa presenta un color blanco luego de ser trillado y retirado de la cascara que lo cubre para así pasar por el proceso de remojado y retirar con ellas las saponinas, para luego ser pasado por el proceso de secado para su pronta molienda.

Finalmente se emplea 5 kg de sachá inchi, el cual es un grano andino conocido como el “Maní de los Incas”, científicamente recibe el nombre de *Plukenetia Volubilis Linneo*. Se produce principalmente en la región de Cajamarca y Cusco. Al ser un producto seco con bastante contenido graso, se compacta de manera uniforme con la harina de tarwi y quinoa dándole forma a una hamburguesa.

#### **3.3.2. Población**

Se planea llevar a cabo un proyecto dirigido a un grupo de personas que buscan opciones alimenticias más saludables y sostenibles. Este grupo incluye a individuos que buscan alternativas a las hamburguesas tradicionales que se alineen con sus valores éticos y de salud. Además, se dirige a consumidores conscientes de su salud que, aunque no sean vegetarianos, están interesados en reducir su consumo de carne y optar por productos con menos grasas saturadas y colesterol. La propuesta estará ubicada en el Mercado La Perla, un espacio ideal para conectar con este público diverso y comprometido con un estilo de vida más saludable y responsable

### 3.3.3. Análisis fisicoquímicos, sensoriales, vida útil y microbiológicos

#### - **Determinación de humedad**

Para la determinación precisa del contenido de agua en los alimentos se va a emplear método de determinación del % de humedad o método gravimétrico AOAC 950.27 (2005)

#### - **Determinación de ceniza**

Para la determinación de la Ceniza, según AOAC 940.26 (2005), se va a realizar un incinerado de la muestra dentro de una mufla

#### - **Determinación de acidez**

Para la acidez se aplicó el método de la norma técnica AOAC 942.15 (2005). La acidez del producto se expresa como el porcentaje de peso del ácido que se encuentra en la muestra. Para el cálculo de la acidez titulable se debe conocer que ácido se encuentra en forma predominante en la muestra

#### - **Determinación de porcentaje de grasa**

Se empleo el método de extracción Soxhlet, 31.4.02 de (AOAC 2000). En este método se utiliza éter de petróleo para obtener el extracto etéreo, por lo cual se van a emplear 3 gramos de la muestra que se colocan en papel filtro para no perder dicha muestra durante el proceso de extracción

#### - **Determinación de proteínas**

Para la determinación proteica se emplea el método Kjeldahl número 12.1.07 (AOAC 2000). En el cual se elabora una digestión acida con la ayuda de ácido sulfúrico y catalizadores por lo que requiere un tiempo aproximado de 8 horas

#### - **Determinación de carbohidratos totales**

La diferencia del 100% es dar le suma de porcentajes de grasa (G), ceniza (C), proteínas (P) y humedad (H)

$$\text{- \%Carbohidratos} = 100 - (\text{H} + \text{C} + \text{G} + \text{P})$$

#### - **Determinación de pH**

Se va a determinar el índice de pH por el método de potenciometría AOAC 981.12 (2005)

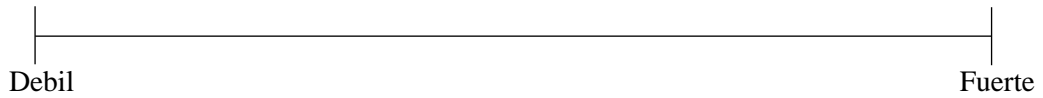
#### - **Determinación de parámetros sensoriales**

##### **Prueba de escala lineal no estructurada**

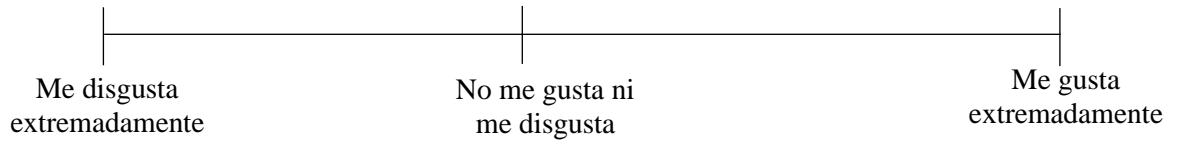
Este método está pensando especialmente para determinar el perfil de sabor, la prueba de escala lineal no estructurada se va a emplear para describir la intensidad de los atributos en un producto, en el cual se contará con la participación de 15 panelistas, para este método se va a realizar una medición desde el punto extremo izquierdo de la línea hasta el punto exacto marcado por el panelista. La elección del rango en la que se encuentra el producto se refiere al propósito que va a tener el estudio (María R. 2007)

a)

**Aroma**



b)

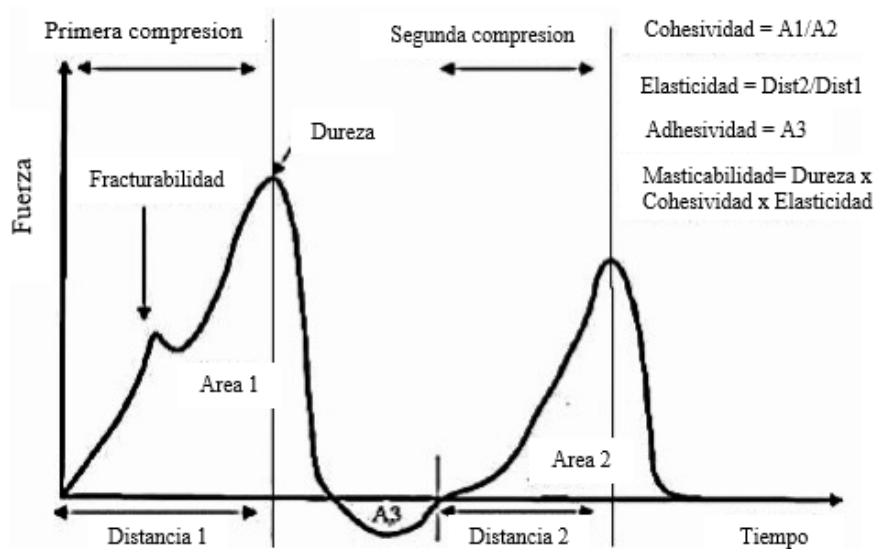


**Figura N. 1:** Ejemplos de escalas lineales: a) *Escala lineal para intensidad de una característica [Stone y Sidel, 2004]* b) *Escala lineal para pruebas de aceptación [Lawless y Heymann, 2010]*

### - Determinación de pruebas de vida útil

#### Determinación de índice de textura

Para evaluar el índice de textura instrumental en la hamburguesa vegetal se tendrá en cuenta el grosor y diámetro de la hamburguesa, además de los parámetros indicados en el texturometro (Fracturabilidad, dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad y masticabilidad). El análisis de la textura se realizó con el objetivo de poder observar los cambios que sufre la hamburguesa con el pasar del tiempo.



**Figura N. 2:** Grafico de Tiempo vs Fuerza con parámetros de textura

### - Determinación de actividad de agua ( $A_w$ )

En la evaluación de la actividad de agua, los cambios más importantes ocurren durante la vida del producto van a estar relacionados con el vapor (0 a 1), la  $A_w$  del producto se determinará por medio del higrómetro empleando el método AOAC 978.18 (2000) tendrá como objetivo determinar si el producto tiende a perder o ganar humedad, además de identificar su susceptibilidad al crecimiento microbiano, de igual forma se desea realizar un análisis microbiológico para determinar un recuento de bacterias mohos o levaduras que pueden desarrollarse en el producto

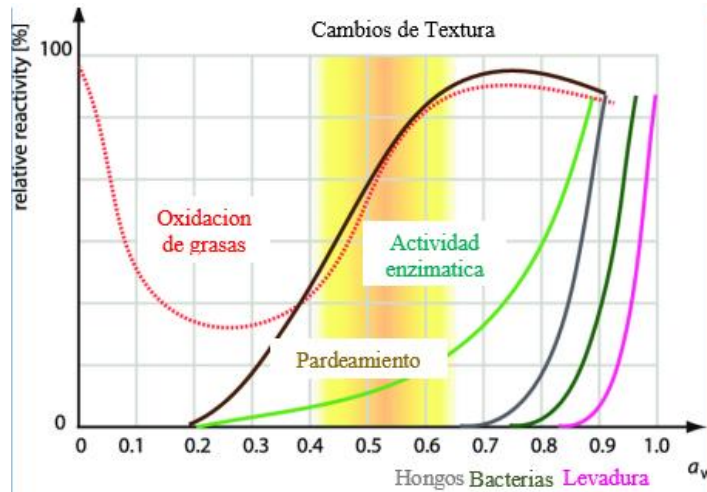


Figura N. 3: Crecimiento microbiano en diferentes intervalos de actividad acuosa

### - Determinación de colorimetría

Se desea evaluar el color que tendrá la hamburguesa vegetal mediante el sistema CIE Lab, la cual emplea 3 coordenadas que nos van a ayudar ubicar el color en un espacio tridimensional por lo cual, la coordenada  $L^*$  simboliza la luminosidad y los valores que pueden tomar pueden ir de 0 a 100. En el caso de las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  van a representar la cromaticidad (Rettig & Hen, 2014)

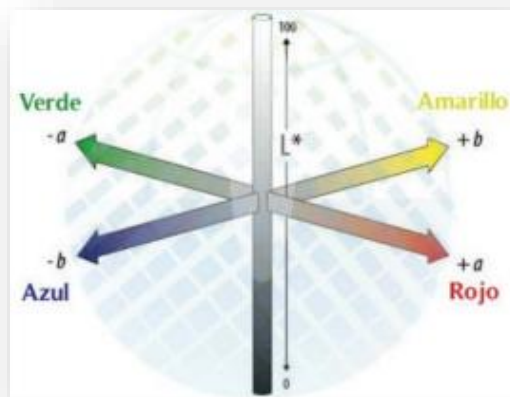


Figura N. 4: Sistema Hunter Lab (Coordenadas de color)

#### - **Determinación de propiedades físicas**

Para las propiedades físicas se analizó la muestra control y el producto final por lo cual se va a tener en cuenta el peso y los diámetros de las formulaciones, además de la humedad y grasa, antes y después de la cocción de las hamburguesas. El método que se empleó es según García, Ruiz-Ramírez y Acevedo (2012):

Donde, HV: Hamburguesa Vegetal

**Tabla N. 8**

*Métodos de análisis de las propiedades físicas de la hamburguesa*

<b>Análisis</b>	<b>Formula</b>
Rendimiento de cocción (RC)	$\%RC = \frac{\text{Peso HV cocida}}{\text{Peso HV cruda}} * 100$
Reducción de diámetro (RD)	$\%RD = \frac{\text{Diámetro HV cruda} - \text{Diámetro HV cocida}}{\text{Diámetro HV}} * 100$
Retención de humedad (RH)	$\%RH = \frac{\%RC * \%humedad HV cocida}{100}$

#### **3.3.4. Proceso metodológico para obtener la hamburguesa vegetal**

##### **3.3.4.1. Elaboración de la harina de tarwi**

**Recepción:** La materia prima se recepciona en estado desamargado y se trasladó hacia las instalaciones del laboratorio de Operaciones Unitarias ITTA.

**Pesado:** Se pesa la materia prima con el objetivo de realizar cálculos para evaluar el rendimiento final que se va a obtener.

**Selección:** Se realiza de forma manual, retirando los granos que se encuentren con magulladuras o en mal estado.

**Inmersión:** En este proceso se les somete a distintos lavados con una inmersión en una solución de cloro al 0.1% por un tiempo aproximado de 5 minutos para reducir la carga microbiana pasado dicho tiempo se somete a un segundo lavado empleando agua para eliminar el agua clorada que puede afectar en el sabor del producto.

**Pelado:** El pelado se realiza de forma manual en agua retirando la zona que rodea al grano de tarwi y luego se procede a pesar las cascara.

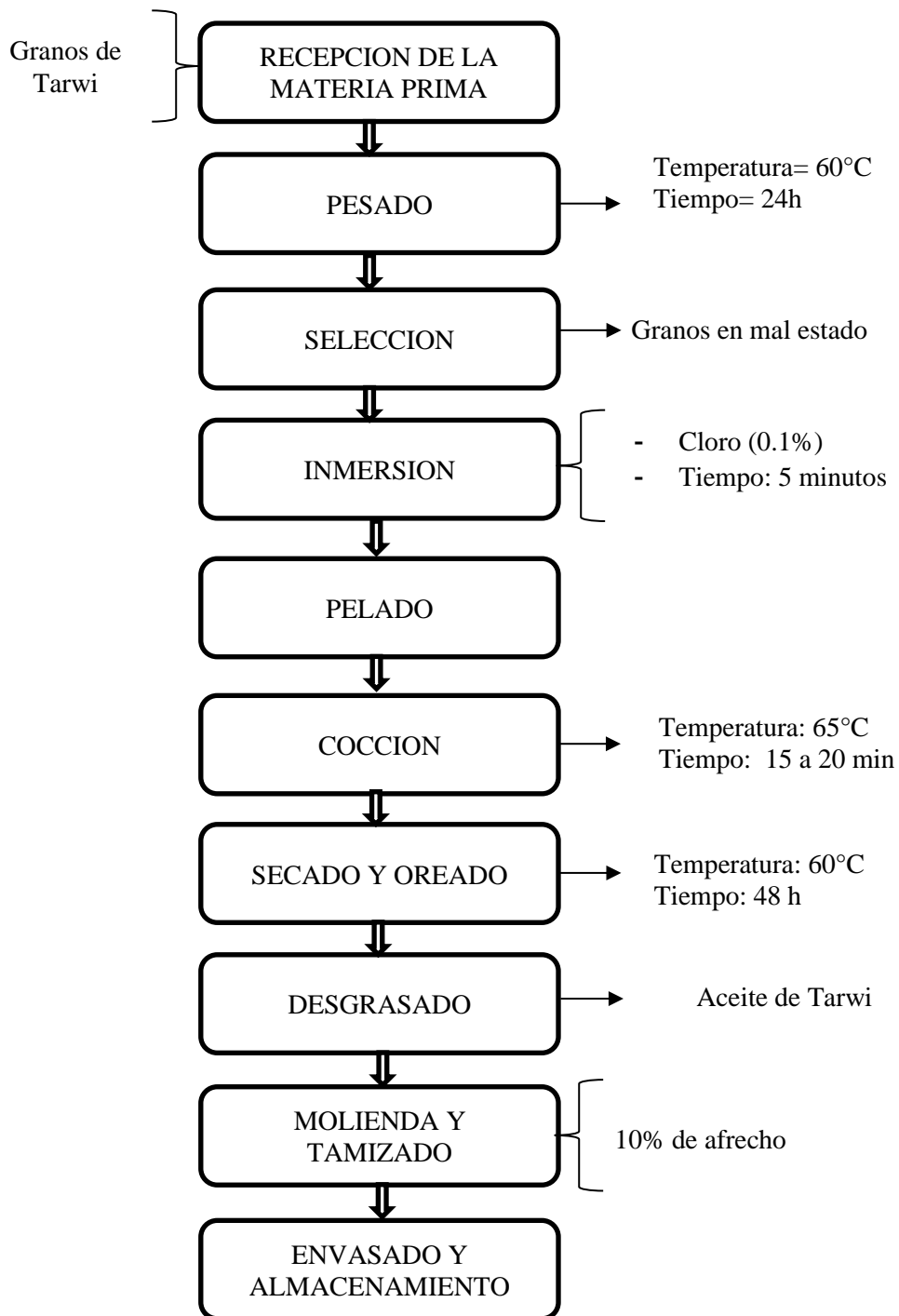
**Cocción:** La cocción se realiza por un tiempo de 15 a 20 minutos a una temperatura de 65° con el objetivo de disminuir la cantidad de alcaloides presentes para eliminar en su totalidad el sabor amargo característico del tarwi.

**Secado y oreado por convección:** La materia prima fue oreada y colocada en una estufa de secado en la que se empleó una temperatura de 60° por un tiempo de 48 horas.

**Desgrasado:** El desgrasado del tarwi se realizó con la ayuda del expeler para poder extraer el aceite y la torta desgrasada que es la que se va a emplear.

**Molienda y Tamizado:** El proceso de molienda el cual se realiza en un molino cilíndrico con muelas de acero, con un tamiz de 1,5 µm. El molino trabaja a 2.750 rpm; llega a procesar 5 q/h de carga pesada y 20 q/h de carga liviana. Este proceso genera un porcentaje de 5% de pérdidas. La clasificación de la harina se realiza pasándola por un tamiz de 80 mesh, obtenido harina de grano fino. El tamizado genera un porcentaje de afrecho del 10% para el caso de la harina de tarwi con cáscara y 2% de harina de harina sin cáscara

**Envasado y Almacenamiento:** Se realiza el empaquetado del producto en bolsas que protejan al producto de la humedad, como es el caso de fundas de polietileno de alta densidad y se le almacena en un lugar fresco a temperatura ambiente



**Figura N. 5:** Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi



### **3.3.4.2. Elaboración de la torta de sachá inchi**

**Recepción:** Se recepciona la materia prima (Sachá Inchi) en semillas enteras y se trasladó hacia las instalaciones del laboratorio de Operaciones Unitarias ITTA.

**Secado:** Se somete la materia prima a secado por convección con el uso de una estufa a una temperatura de 55°C por un tiempo 24 horas.

**Descascarado:** El proceso de descascarado del sachá Inchi se realizó con una herramienta especial de palanca debido a la dureza de la cascara y se empleó solamente el contenido interior.

**Trillado manual:** El trillado se realiza manualmente con el objetivo de evitar golpear o dañar las semillas.

**Clasificación de las semillas:** Se clasifica la parte interior de las semillas debido a que algunas pueden encontrarse en mal estado.

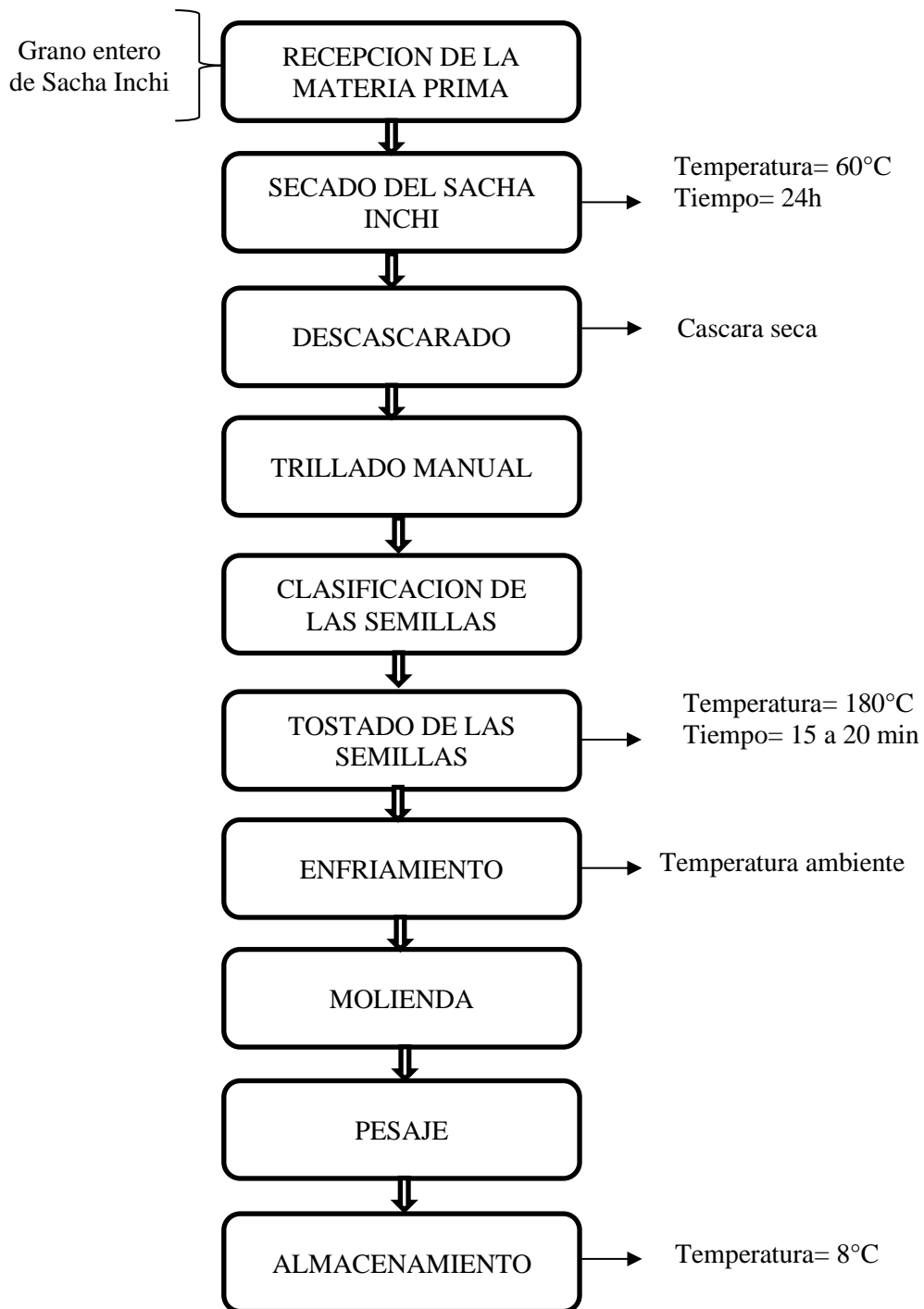
**Tostado de las semillas:** Se realizó un proceso de tostado a una temperatura de 180°C en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos para que el sachá inchi elimine los taninos y resalte el sabor.

**Enfriamiento:** Se realiza un enfriamiento por esparción en una tela a temperatura ambiente.

**Molienda:** Se emplea un molino para obtener la torta compacta con la que se elabora la hamburguesa.

**Pesaje:** La torta obtenida es pesada para poder determinar el rendimiento del proceso.

**Almacenamiento:** El almacenamiento de la torta de sachá inchi es en un lugar frío a una temperatura de 8°C.



**Figura N. 6:** Diagrama de flujo para la obtención de torta de sachá inchi

### 3.3.4.3. Elaboración de la hamburguesa vegetal

**Recepción de la materia prima:** Se recepciona las 3 materias primas (harina de tarwi, torta de sachu inchi y harina de quinoa)

**Limpieza y desinfección:** Se lleva a cabo la limpieza y desinfección de los utensilios que se van a emplear mediante hipoclorito de sodio a 5 ppm.

**Elaboración de formulaciones:** En base a las formulaciones planteadas en el diseño experimental se va a proceder a evaluar cada una de las hamburguesas

**Mezclado e hidratación:** Todos los ingredientes se mezclan hasta formar una masa homogénea en la que se le añade agua helada y especias que resalten en sabor de la hamburguesa.

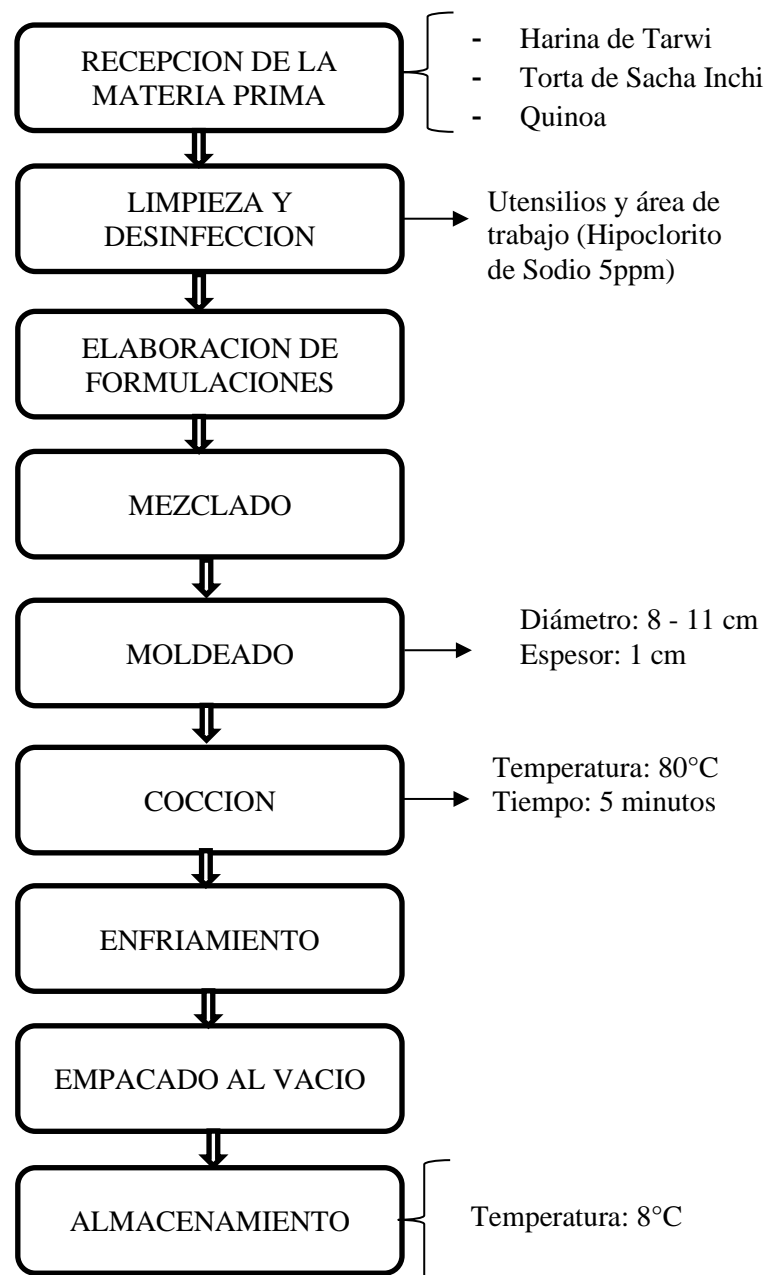
**Moldeado:** La masa homogénea pasa por el proceso de moldeado en la que se va a tener en cuenta el diámetro el cual es de 10 cm con un espesor de 1 cm

**Cocción:** El proceso de cocción se realizará a una temperatura de 75 a 80°C en un tiempo de 5 minutos a ambos lados de la hamburguesa

**Enfriamiento:** La hamburguesa se somete a enfriamiento a temperatura ambiente por 10 minutos

**Empacado al vacío:** Se empaacan cada una de las formulaciones dentro de bolsas especiales para vacío

**Almacenamiento:** Se almacena en refrigeración a una temperatura de 8°C



**Figura N. 7:** Diagrama de flujo para la obtención de hamburguesa vegetal

### 3.4. Propuesta experimental

#### 3.4.1. Diseño experimental

El diseño estadístico empleado en este proyecto de investigación es el Diseño de Mezclas. La manera en la que se analiza el diseño de mezclas es con el uso de una superficie de respuesta con la finalidad de obtener una mezcla óptima. (SALAMANCA et al., 2015). LAVY (2016) muestra los pasos a seguir para elaborar un diseño de mezclas:

- Definir los objetivos que se va a estudiar
- Seleccionar los componentes que van a intervenir en las mezclas y otros factores que se va a estudiar
- Identificar las restricciones de la mezcla y otros factores para especificar en el experimento
- Identificar las variables de respuesta que se van a medir
- Proponer un modelo que se va a emplear para modelar el área de respuesta en función a los componentes de la mezcla u otros factores
- Seleccionar el diseño experimental más adecuado, es decir el que mejor se ajusta al modelo propuesto

De forma general se tendrán establecidos los ingredientes o componentes ( $q$ ) y los tratamientos consisten en la combinación de dichos ingredientes, las proporciones en las que van a participar los componentes de la mezcla se denota por  $x$ , los cuales deben satisfacer 2 restricciones tal y como se definen en las ecuaciones 1 y 2

$$0 \leq x_i \leq 1, \text{ para cada componente } i \dots (\text{Ec1})$$

$$\sum x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1 \quad q_i=1 \dots (\text{Ec2})$$

Por lo tanto, se plantea las variables independientes:

**Tabla N. 9**

*Cuadro de Variables con valores máximos y mínimos*

<b>Variabes</b>	<b>Valor Mínimo (%)</b>	<b>Valor Máximo (%)</b>
<b>Harina de Tarwi</b>	35	40
<b>Harina de Quinoa</b>	30	35
<b>Sacha Inchi</b>	25	30
<b>Total</b>	100%	100%

**Tabla N. 10***Formulación de mezclas para elaborar la hamburguesa vegetal*

<i>Formulaciones</i>	<i>Harina de Tarwi (%)</i>	<i>Harina de Quinoa (%)</i>	<i>Torta de Sacha Inchi (%)</i>
<i>1</i>	39.167	34.167	26.667
<i>2</i>	35.000	35.000	30.000
<i>3</i>	37.500	32.500	30.000
<i>4</i>	40.000	32.500	27.500
<i>5</i>	36.667	34.167	29.167
<i>6</i>	40.000	35.000	25.000
<i>7</i>	35.000	35.000	30.000
<i>8</i>	40.000	35.000	25.000
<i>9</i>	40.000	30.000	30.000
<i>10</i>	39.167	31.667	29.167
<i>11</i>	37.500	35.000	27.500
<i>12</i>	40.000	30.000	30.000
<i>13</i>	38.333	33.333	28.333

**Tabla N. 11***Formulación guía y de otros ingredientes*

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>
Torta de sacha inchi	60 gr
Harinas (Tarwi y quinoa)	40 gr
Salsa de soja	15 ml
Comino	2 gr
Cebolla	10 gr
Rocoto	5 gr
Sal de maras	0,5 gr
Pimienta	¼ cucharada
Ajo en polvo	2 gr
Goma Arábica	5 gr
Agua helada	20 ml

Con respecto a las variables dependientes se desea analizar lo siguiente:

- Determinación de Humedad
- Determinación de Grasa
- Determinación de pH
- Determinación de textura
- Determinación de calidad de tipo sensorial (color, olor, sabor y apariencia)
- Análisis colorimétrico
- Determinación de actividad acuosa
- Determinación de propiedades físicas en la hamburguesa

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Composición proximal de la materia prima para la elaboración de la hamburguesa vegetal

Se llevo a cabo una caracterización por triplicado en los análisis de composición proximal de humedad grasa y ceniza respectivamente. En la tabla 17 se muestran los resultados

**Tabla 12**

*Composición Proximal de la Materia Prima*

<b>Composición proximal</b>	<b>Harina de Tarwi</b>	<b>Harina de Quinoa</b>	<b>Sacha Inchi</b>
<b>Humedad</b>	5,48 ± 0,049	11,46 ± 0,171	4,533 ± 0,046
<b>Grasa</b>	4,250 ± 0,264	12,071 ± 0,638	44,59 ± 4,258
<b>Ceniza</b>	2,901 ± 0,170	2,977 ± 0,056	3,090 ± 0,061

Desviación estándar a partir de 3 repeticiones para cada muestra, Ver anexo 1

Se caracterizaron las materias primas, en cuanto a la humedad nos mostró un resultado de 5,48 ± 0,049% se encuentra en los requisitos con la N.T.P. 209.602:2007 cumpliendo con la norma, que nos establece en el caso de harinas elaboradas a base de leguminosas, el valor de la humedad no debe sobrepasar el 15%. En los análisis de ceniza realizados, se obtuvo 2,901 ± 0,170%, el cual según la norma N.T.P. 205.044:1976 se encuentra dentro del rango establecido para harinas elaboradas a base de leguminosas, en el caso de las cenizas, esta no debe exceder de 5%. En el contenido graso, la harina de tarwi usada en esta investigación reporta 4,250 ± 0,566% de grasa. Tapia et al. (2000). El porcentaje de humedad de la harina de quinoa es de 11.4 %, la cual está dentro de los límites máximos propuestos por la Norma Técnica Peruana 205.062 de INDECOPI, (11.5 % el límite acordado)

El contenido de grasa que se obtuvo en el trabajo de investigación fue de 6.69 % encontrándose dentro del rango de 1.8 % - 9.3 % con la que se encuentra dentro del rango dado por Bo (1991) y Morón (1999) datos citados por Sherwood y Jacobsen (2022), los cuales indicaron que el contenido de la grasa que se encuentra en la quinua tiene un valor elevado, esto se debe al gran elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados.

Es de suma importancia resaltar la cantidad alta de aceite en la quinua, que puede ser tranquilamente una fuente de suma potencia de omega 6 y omega 3, para así pueda ser de ayuda a disminuir el colesterol LDL (colesterol malo) del organismo y poder elevar el colesterol HDL (colesterol bueno) (Bilbao, 2007).

Los resultados para el Sacha Inchi en la tabla 17, obtuvimos como resultados un porcentaje de humedad de 4.53 % con un análisis de grasas de un 31.46 %, por otro lado, García H. 1992 reporto resultados con respecto a la humedad un 5.63 % y su análisis de grasas un porcentaje de 43.10 % en base a datos obtenidos por la NTP 205.062 de INDECOPI la cual se encuentra dentro del límite establecido.

## 4.2. Composición fisicoquímica para las materias primas

**Tabla 13**

*Resultados composición fisicoquímica de la materia prima*

<b>Composición Fisicoquímica</b>	<b>Harina de Tarwi</b>	<b>Harina de Quinoa</b>	<b>Sacha Inchi</b>
<b>pH</b>	5,277 ± 0,038	6,207 ± 0,185	6,037 ± 0,050
<b>Acidez</b>	0,123 ± 0,015	0,086 ± 0,004	0,052 ± 0,004
<b>Proteína (Kjeldahl)</b>	46,760 ± 0,061	15,667 ± 0,074	24.911± 0,057
<b>Hidratos de Carbono</b>	50.612 ± 0.692	67.826 ± 0.807	39.981 ± 0.632

En la tabla 18 se muestra la composición fisicoquímica de las materias primas, empezando por la harina de tarwi, el cual los análisis realizados al pH fueron  $5,277 \pm 0,038$  Según la Norma Técnica Peruana (1985) 204.045 indica que el pH debe oscilar entre 5,0 y 6,8 encontrándose dentro del rango establecido, para lo que viene siendo la acidez nos muestra un rango de  $0,123 \pm 0,015$ , según Tintaya Coarita (2017) indico que realizando que el índice de acidez lo determinaron haciendo uso del método volumétrico descrito por la Association of Official Analytical Chemists, AOAC (1990) obteniendo un valor de 0.100 dando de esta forma valores similares a lo obtenido. Con respecto al nivel proteico se obtuvo un rango de  $46,760 \pm 0,061$  el valor cumple según lo mencionado por Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Vargas, E. A. (2020) donde determinaron las proteínas según el método por la N.T.P. 205.005:1979: cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl), utilizando 6.25 como factor para la mayoría de los cereales y 5.70 como factor dándoles un valor de 49.04 proteínas, encontrándose dentro del rango hallado. Para los carbohidratos tuvimos un resultado de  $50.612 \pm 0.692$ . Las tablas peruanas de composición de alimentos-MINSA (2017), reportan un valor entre 45.50 - 67.2% de carbohidratos para la harina de quinua, el cual cumple con la norma de composición alimenticia.

Para lo que viene siendo la harina de quinua se realizó lo mismo análisis, comenzando por el valor de pH obtuvimos  $6,207 \pm 0,185$  encontrando una similitud al rango encontrado por Delgado, N., & Albarracín, W. (2012) en su estudio determinaron según acuerdo a los métodos de Association of Official Analytical Chemists (AOAC) donde hallaron un valor de  $6,59 \pm 0,11$  siendo un valor similar y cumpliendo así con el nivel de pH según la Norma Técnica Peruana (1985) 204.045. El contenido de acidez para la harina de quinua nos dio un rango de  $0,086 \pm 0,004$  viendo los resultados de Espinoza *et al.* (2018) analizando el nivel de acidez, obtuvieron un valor de acidez para la harina de quinua de un 0.53 %. Para el nivel de proteínas nos resultó un rango de  $15,667 \pm 0,074$  el valor cumple según lo mencionado por Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Vargas, E. A. (2020) dada la determinación de la proteína se realizó según el método por la N.T.P. 205.005:1979: cereales y menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl), utilizando 6.25 como factor para la mayoría



de los cereales y 5.70 como factor para el trigo dándoles un valor de 9.05, entrándose dentro del rango hallado. Para los carbohidratos nos dio un rango de  $67.826 \pm 0.807$  el valor cumple según lo mencionado por Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Vargas, E. A. (2020) En su investigación se determinó un valor de 49.04% de proteína dando un valor aproximado al rango encontrado en la formulación de diferencia.

Para el análisis del sachá inchi, en primer lugar, para su nivel de pH se obtuvo un rango  $6,037 \pm 0,050$  Según Zavaleta Sandoval, M. (2013) determinaron por el método electrométrico, mediante el pH metro digital a 20°C, la medición se realizó en una solución filtrada de 1 Og. de torta de sachá inchi triturada en 100 ml de agua destilada, dándoles un porcentaje de 6.15 de nivel de pH. Para la acidez obtuvimos un rango de  $0,052 \pm 0,004$ , por otro lado, Zavaleta Sandoval, M. (2013) lo realizaron por el método gravimétrico (A.O.A.e, 1990) que consistió en neutralizar una solución de torta de sachá inchi con NaOH al 0.1 N, utilizando el indicador fenolftaleína y la acidez se expresó como ácido sulfúrico, dándoles con un porcentaje de 0.026 %

Para el nivel de proteínas resulto dando un rango de  $24.911 \pm 0,057$  realizado por el método Kjeldahl, según Gutiérrez, L. F., Rosada, L. M., & Jiménez, Á. (2011) Analizaron la composición química del sachá inchi que se caracterizan por un alto contenido de aceite donde fue realizado por el mismo método Kjendahl donde obtuvieron un valor de 24.7 %

Viendo ahora el rango de carbohidratos obtenido fue  $39.981 \pm 0.632$  dado el rango obtenido vemos que Zavaleta Sandoval, M. (2013) obtuvieron por diferencia restándose de 100 los porcentajes de humedad, grasa, ceniza, fibra y proteína, dándoles una cantidad en la torta de sachá inchi de 36.80 %.

### 4.3. Composición fisicoquímica y proximal de la hamburguesa vegetal

#### 4.3.1. Análisis Fisicoquímicos

**Tabla 14**

*Resultados de análisis fisicoquímicos de la hamburguesa vegetal*

<b>Tratamiento</b>	<b>pH (%)</b>	<b>Acidez (%)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>
<b>T1</b>	5,55 ± 0,035	0,6275% ± 0,14	53,40 ± 5.03	1,911 ± 0,58
<b>T2</b>	5,57 ± 0,036	0,8388% ± 0,17	47,70 ± 4.04	3,010 ± 0,05
<b>T3</b>	5,61 ± 0,038	0,5846% ± 0,07	48,13 ± 4.17	3,126 ± 0,03
<b>T4</b>	5,55 ± 0,035	0,6936% ± 0,02	47,83 ± 4.15	3,063 ± 0,02
<b>T5</b>	5,56 ± 0,034	0,6560% ± 0,08	57,65 ± 5.43	3,116 ± 0,03
<b>T6</b>	5,52 ± 0,035	0,7680% ± 0,11	52,99 ± 4.92	3,093 ± 0,02
<b>T7</b>	5,51 ± 0,034	0,9340% ± 0,15	42,80 ± 3.93	3,053 ± 0,03
<b>T8</b>	5,51 ± 0,034	0,8871% ± 0,14	50,49 ± 4.84	3,104 ± 0,03
<b>T9</b>	5,61 ± 0,038	0,6812% ± 0,17	50,10 ± 4.71	3,050 ± 0,05
<b>T10</b>	5,58 ± 0,037	0,5720% ± 0,08	48,31 ± 4.25	3,047 ± 0,01
<b>T11</b>	5,53 ± 0,033	0,6936% ± 0,16	48,52 ± 4.26	3,040 ± 0,03
<b>T12</b>	5,52 ± 0,032	0,6558% ± 0,20	53,40 ± 5.04	3,060 ± 0,05
<b>T13</b>	5,52 ± 0,032	1,0240% ± 0,21	47,72 ± 4.03	2,990 ± 0,03

En la tabla 14, al llevarse a cabo los análisis fisicoquímicos de los 13 tratamientos de la hamburguesa vegetal, con respecto al pH se obtuvieron resultados entre  $5,52 \pm 0,035$  –  $5,61 \pm 0,038$ , comparando dichos resultados con Ethel y Rita (2018) en la elaboración de hamburguesas vegetales de Sacha Inchi que presento valores de 6,41 – 6,48, según la norma NTP 201.018:2001 para productos elaborados a base de carne picada o molida (hamburguesas) nos indican los rangos de valores en los que deben encontrarse (4,3 – 6.8), de igual forma los resultados planteados para la acidez titulable (0,15%) en comparación a nuestros valores de 0,5720% - 1,0240, esto se debe a la gran cantidad de ácido oleico que predomina en el tarwi, el cual es de un 22% y el ácido linoleico (55%) (G.R. Suca, 2015). Para la humedad se presentaron valores entre 47,70 – 57,65%, los cuales dieron valores por debajo de los presentados por Bochi et al. (2008), en sus análisis realizados a las hamburguesas de Bagre (73,62%),

lo cual demuestra según la norma COVENIN 2127 (1998) donde se observó que se encuentra entre los parámetros establecidos, aunque esta norma sea para hamburguesas provenientes de carne de bovino, porcino, aves o sus combinaciones molidas. Finalmente, para el contenido de cenizas, se observan valores de  $1,911 \pm 0,58$  -  $3,126 \pm 0,03$ , los cuales se pueden comparar a valores similares de hamburguesas cárnicas, entre ellas, Melgarejo (2002) los cuales se reportaron 3,5% de ceniza en carnes para hamburguesa de boquichico, (*Prochilodus nigricans*), en lo cual también destaca el texturizado lo cual en dicha hamburguesa proporciona grandes niveles de minerales (5%) lo que en gran parte incrementa el porcentaje de ceniza obtenida (Luna, 2006).



**Tratamiento 1**



**Tratamiento 2**



**Tratamiento 3**



**Tratamiento 4**



**Tratamiento 5**



**Tratamiento 6**



**Tratamiento 7**



**Tratamiento 8**



**Tratamiento 9**



**Tratamiento 10**



**Tratamiento 11**



**Tratamiento 12**



**Tratamiento 13**

**Tabla 15***Análisis ANOVA para las cenizas*

<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
	<i>Cuadrados</i>		<i>Medio</i>		
Entre grupos	3.72861	12	0.310717	11.53	0.0000
Intra grupos	0.7004	26	0.0269385		
Total (Corr.)	4.42901	38			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a las cenizas, se muestran en la tabla 15. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sachu inchi llegan a influir significativamente entre la media de la ceniza, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%.

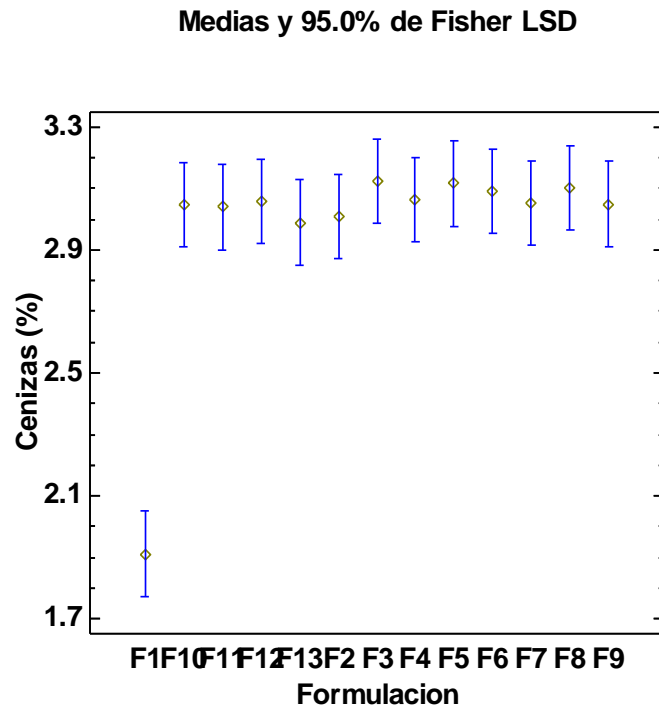
**Tabla 16***Prueba de múltiples rangos para % de cenizas por formulación*

<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	1.911	X
T13	3	2.99	X
T2	3	3.01	X
T11	3	3.04	X
T10	3	3.047	X
T9	3	3.05	X
T7	3	3.053	X
T12	3	3.06	X
T4	3	3.063	X
T6	3	3.093	X
T8	3	3.104	X
T5	3	3.116	X
T3	3	3.126	X

La tabla 16 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 2 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 12 pares (F1 - F10, F1 - F11, F1 - F12, F1 - F13, F1 - F2, F1 - F3, F1 - F4, F1 - F5, F1 - F6, F1 - F7, F1 - F8, F1 - F9) que muestran una diferencia significativa entre sí. Además, según los resultados obtenidos, la formulación 3 contiene estadísticamente una mayor concentración de ceniza a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%.

**Figura 8**

*Gráfico de medias porcentaje de ceniza*



Según lo obtenido en la figura 7, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el contenido de ceniza empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de ceniza, La formulación 3 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el porcentaje de ceniza de la hamburguesa vegetal

**Tabla 17***Análisis ANOVA para la acidez*

<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
	<i>Cuadrados</i>		<i>Medio</i>		
Entre grupos	0.698771	12	0.0582309	2.92	0.0108
Intra grupos	0.519184	26	0.0199686		
Total (Corr.)	1.21795	38			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a las cenizas, se muestran en la tabla 17. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sachu inchi llegan a influir significativamente entre la media de la acidez, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%

**Tabla 18***Prueba de múltiples rangos para % de acidez por formulación*

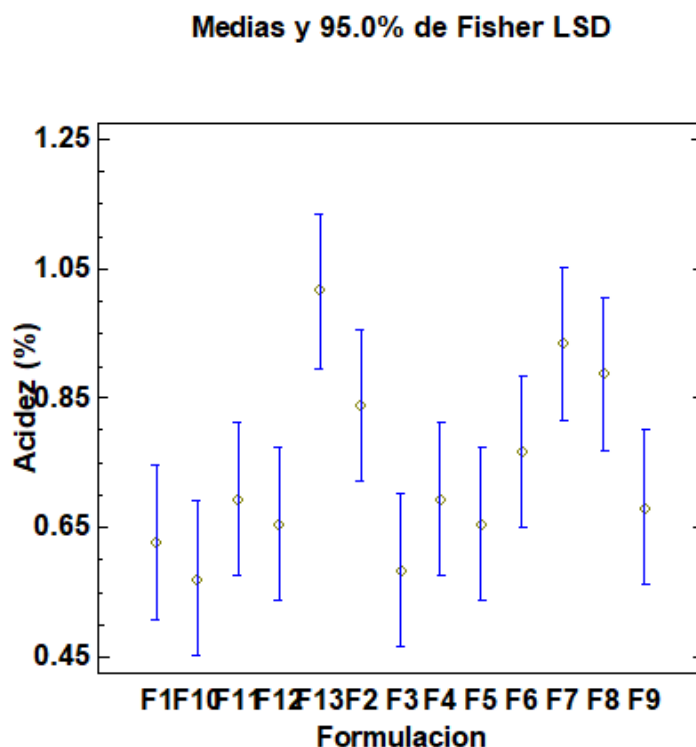
<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T10	3	0.572	X
T3	3	0.5846	X
T1	3	0.6275	XX
T12	3	0.6558	XXX
T5	3	0.656	XXX
T9	3	0.6812	XXX
T11	3	0.6936	XXX
T4	3	0.6936	XXX
T6	3	0.768	XXXX
T2	3	0.8388	XXXX
T8	3	0.8871	XXX
T7	3	0.934	XX
T13	3	1.016	X

La tabla 18 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 5 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 22 pares (F1 - F13, F1 - F7, F1 - F8, F10 - F13, F10 - F2, F10 - F7, F10 - F8, F11 - F13, F11 - F7, F12 - F13, F12 - F7, F13 - F3, F13 - F4, F13 - F5, F13 - F6, F13 - F9, F2 - F3, F3 - F7, F3 - F8, F4 - F7, F5 - F7, F7 - F9) que muestran una diferencia significativa entre sí, Además, según los resultados obtenidos, la formulación 13 contiene estadísticamente una mayor concentración de acidez a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%



**Figura 9**

Gráfico de medias porcentaje de acidez



Según lo obtenido en la figura 8, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el contenido de acidez empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de acidez, La formulación 13 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el porcentaje de acidez de la hamburguesa vegetal

**Tabla 19**

Análisis ANOVA para el pH

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.698771	12	0.0582309	2.92	0.0108
Intra grupos	0.519184	26	0.0199686		
Total (Corr.)	1.21795	38			



Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a el pH, se muestran en la tabla 19. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sachá inchi llegan a influir significativamente entre la media del pH, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%

**Tabla 20**

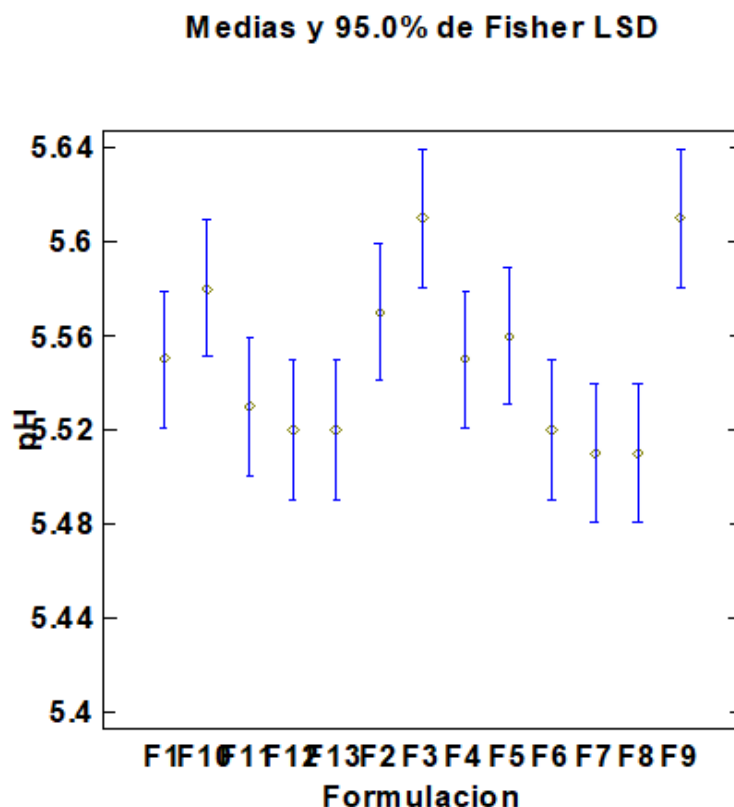
*Prueba de múltiples rangos para % de pH por formulación*

Formulación	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T7	3	5.51	X
T8	3	5.51	X
T6	3	5.52	XX
T13	3	5.52	XX
T12	3	5.52	XX
T11	3	5.53	XXX
T1	3	5.55	XXX
T4	3	5.55	XXX
T5	3	5.56	XXXX
T2	3	5.57	XXX
T10	3	5.58	XX
T3	3	5.61	X
T9	3	5.61	X

La tabla 20 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 4 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 23 pares (F1 - F3, F1 - F9, F10 - F12, F10 - F13, F10 - F6, F10 - F7, F10 - F8, F11 - F3, F11 - F9, F12 - F3, F12 - F9, F13 - F3, F13 - F9, F2 - F7, F2 - F8, F3 - F4, F3 - F6, F3 - F7, F3 - F8, F4 - F9, F6 - F9, F7 - F9, F8 - F9) que muestran una diferencia significativa entre sí. Además, según los resultados obtenidos, la formulación 9 contiene estadísticamente una mayor concentración de pH a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%

**Figura 10**

Gráfico de medias pH



Según lo obtenido en la figura 8, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el contenido de Ph empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de pH, La formulación 3 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el porcentaje de pH de la hamburguesa vegetal.

**Tabla 21**

Análisis ANOVA para la humedad (%)

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	501.398	12	41.7832	89.34	0.0000
Intra grupos	12.1605	26	0.467713		
Total (Corr.)	513.559	38			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a la humedad, se muestran en la tabla 21. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sachu inchi llegan a influir significativamente entre la media de la humedad, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%

**Tabla 22**

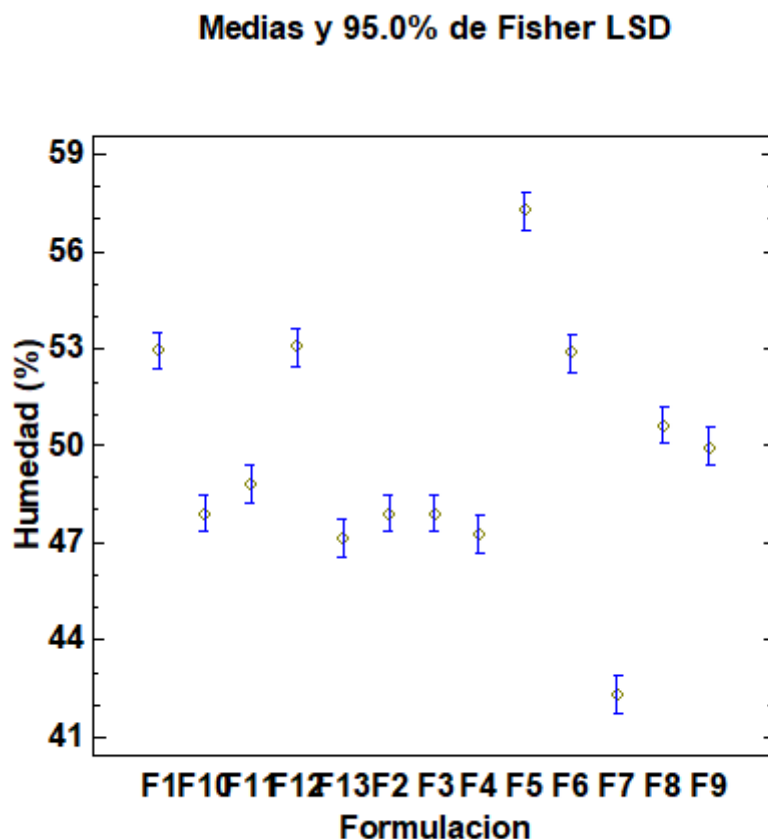
*Prueba de múltiples rangos para % de humedad por formulación*

Formulación	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T7	3	42.3333	X
T13	3	47.14	X
T4	3	47.2767	X
T2	3	47.9	XX
T10	3	47.9033	XX
T3	3	47.9167	XX
T11	3	48.8067	X
T9	3	49.9667	X
T8	3	50.63	X
T6	3	52.87	X
T1	3	52.9667	X
T12	3	53.0667	X
T5	3	57.25	X

La tabla 22 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 6 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 61 pares que muestran una diferencia significativa entre sí, Además, según los resultados obtenidos, la formulación 5 contiene estadísticamente una mayor concentración de humedad a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%

**Figura 11**

*Gráfico de medias humedad*



Según lo obtenido en la figura 10, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el contenido de humedad empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de humedad, La formulación 5 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el porcentaje de humedad de la hamburguesa vegetal.

#### 4.3.2. Composición proximal

**Tabla 23**

*Resultados de análisis proximal de la hamburguesa vegetal*

<b>Tratamiento</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>
<b>T1</b>	14,75± 0,33	23,218± 0,57
<b>T2</b>	14,80± 0,49	23,213±0,47
<b>T3</b>	14,09± 0,11	21,716± 1,11
<b>T4</b>	13,65±0.35	23,729± 0,10
<b>T5</b>	14,36±0,69	21,786± 0,55
<b>T6</b>	14,49±0,64	23,245± 0,62
<b>T7</b>	15,79±0,13	21,981± 0,59
<b>T8</b>	14,26±0,59	22,793± 0,36
<b>T9</b>	14,59±0,47	23,246± 0,45
<b>T10</b>	14,16±0,63	22,400± 0,59
<b>T11</b>	13,72±0,26	22,870± 0,16
<b>T12</b>	15,09±0,25	22,427± 1,02
<b>T13</b>	14,28±0,36	21,722± 0,27

En la tabla 23 se realizaron los análisis proximales de la hamburguesa vegetal, de los 13 tratamientos de la hamburguesa vegetal, con respecto al contenido de grasa de las formulaciones se obtuvieron resultados entre 13,65±0.35– 15,79±0,13, siendo estas las del tratamiento 4 y 7 respectivamente, con respecto al contenido graso del sachu inchi, cuando una hamburguesa vegetal tiene en su composición de 15 a 20% presenta diferencias significativas en el contenido graso de una hamburguesa debido a que mejoran mucho la composición de la proteína en esta y por lo tanto la salud de los consumidores, esto es gracias a los ácidos grasos esenciales (omega 3,6 y 9) presentes en los componentes del sachu inchi los cuales son mucho mayores que en otras oleaginosas (Clavijo et al, 2022).

Con respecto a el contenido proteico el tratamiento 4 fue el que tuvo un mayor valor en este aspecto debido a el equilibrio de ingredientes y que se empleó la harina de tarwi como mayor ingrediente (23,729± 0,10). Los macronutrientes empleados en las hamburguesas de Sachu Inchi presentaron valores de 24.58% con respecto al valor proteico (Ethel y Rita, 2018)

**Tabla 24***Análisis ANOVA para el porcentaje de grasa*

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	11.6703	12	0.972522	4.84	0.0004
Intra grupos	5.22231	26	0.200858		
Total (Corr.)	16.8926	38			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a el porcentaje de grasa, se muestran en la tabla 24. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sachá inchi llegan a influir significativamente entre la media del porcentaje de grasa, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%

**Tabla 25***Prueba de múltiples rangos para % de grasa por formulación*

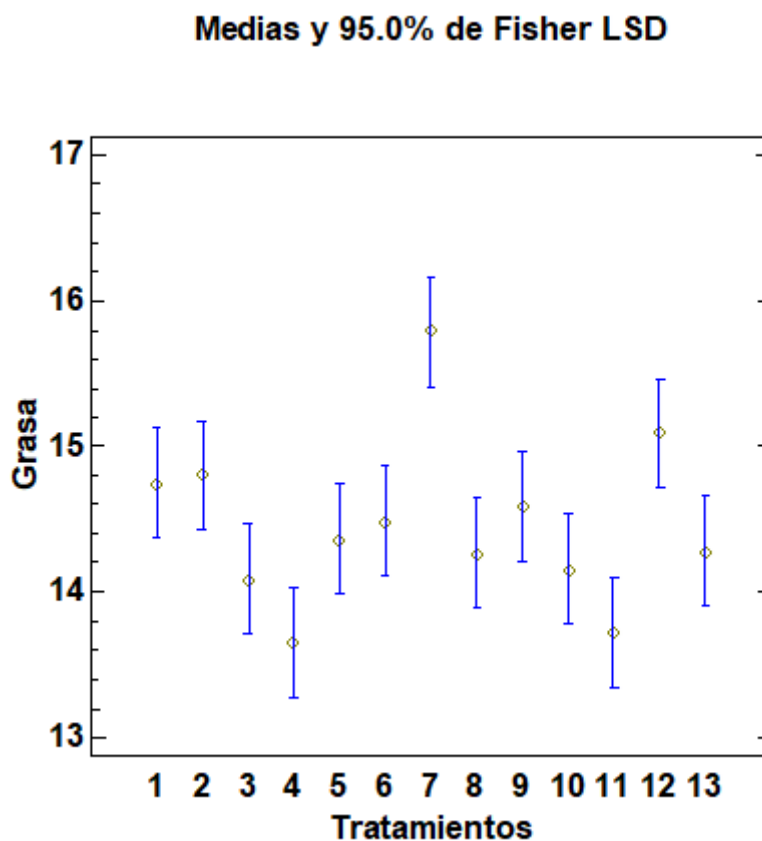
Formulación	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	13.6533	X
T11	3	13.724	X
T3	3	14.0853	XX
T10	3	14.157	XX
T8	3	14.2627	XX
T13	3	14.279	XX
T5	3	14.361	XXX
T6	3	14.486	XX
T9	3	14.587	XX
T1	3	14.7467	XX
T2	3	14.803	XX
T12	3	15.0907	XX
T7	3	15.7903	X

La tabla 25 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 4 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 25 pares (T1 - T2, T1 - T3, T1 - T5, T1 - T7, T1 - T13, T2 - T3, T2 - T5, T2 - T7, T2 - T13, T3 - T4, T3 - T6, T3 - T8, T3 - T9, T3 - T11, T4 - T5, T4 - T7, T4 - T10, T4 - T12, T4 - T13, T5 - T6, T5 - T8, T5 - T9, T5 - T11, T6 - T7, T6 - T13, T7 - T9, T8 - T13, T9 - T13, T9 - T13, T11 - T13) que muestran una diferencia significativa entre sí, Además, según los resultados obtenidos, la formulación 7 contiene estadísticamente una mayor

concentración de grasa a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%

**Figura 12**

*Gráfico de medias grasas*



Según lo obtenido en la figura 11, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el contenido de grasas empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de porcentaje de grasa, La formulación 7 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el porcentaje de grasa de la hamburguesa vegetal.

**Tabla 26***Análisis ANOVA para el porcentaje de proteína*

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	16.8682	12	1.40568	3.93	0.0017
Intra grupos	9.29967	26	0.35768		
Total (Corr.)	26.1678	38			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a el porcentaje de proteína, se muestran en la tabla 26. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sachá inchi llegan a influir significativamente entre la media del porcentaje de proteína, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%

**Tabla 27***Prueba de múltiples rangos para % de proteína por formulación*

Formulación	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	3	21.7157	X
T13	3	21.722	X
T5	3	21.786	X
T7	3	21.9807	XX
T10	3	22.4003	XXX
T12	3	22.4273	XXX
T8	3	22.7933	XXX
T11	3	22.8703	XXX
T2	3	23.2133	XX
T1	3	23.2177	XX
T6	3	23.2453	XX
T9	3	23.2463	XX
T4	3	23.729	X

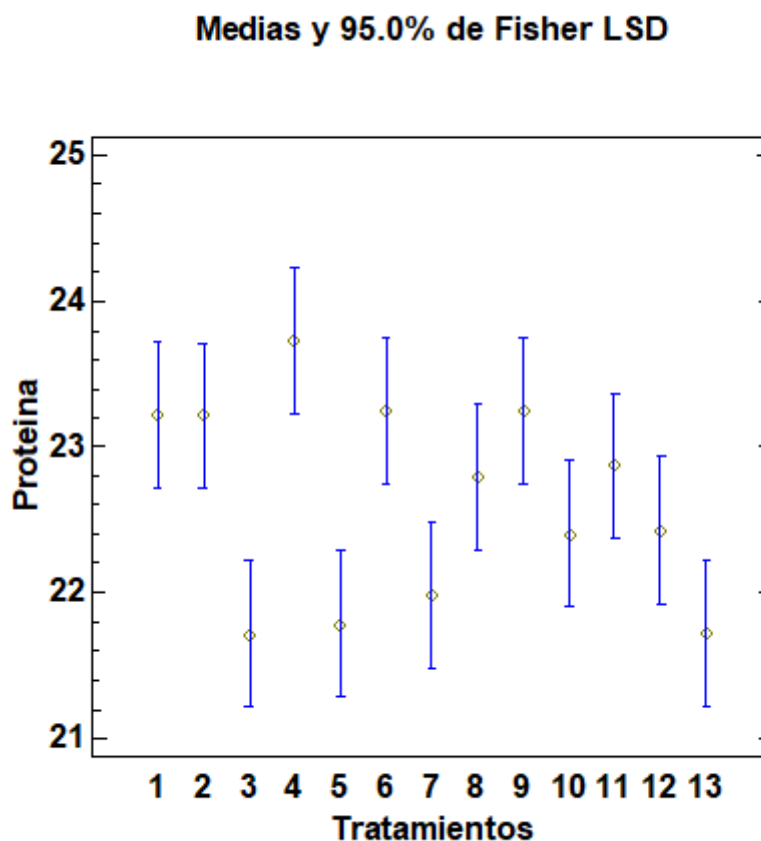
La tabla 27 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 4 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 28 pares (T1 - T3, T1 - T5, T1 - T7, T1 - T13, T2 - T3, T2 - T5, T2 - T7, T2 - T13, T3 - T4, T3 - T6, T3 - T8, T3 - T9, T3 - T11, T4 - T5, T4 - T7, T4 - T10, T4 - T12, T4 - T13, T5 - T6, T5 - T8, T5 - T9, T5 - T11, T6 - T7, T6 - T13, T7 - T9, T8 - T13, T9 - T13, T11 - T13) que muestran una diferencia significativa entre sí, Además, según los resultados obtenidos, la formulación



4 contiene estadísticamente una mayor concentración de proteínas a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%

**Figura 13**

*Gráfico de medias proteína*



Según lo obtenido en la figura 11, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el contenido de proteínas empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de porcentaje de proteína, La formulación 4 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el porcentaje de grasa de la hamburguesa vegetal.

#### 4.4. Análisis de Actividad de Agua

En la tabla 18 se muestran los valores de actividad de agua obtenidos con respecto a la hamburguesa vegetal.

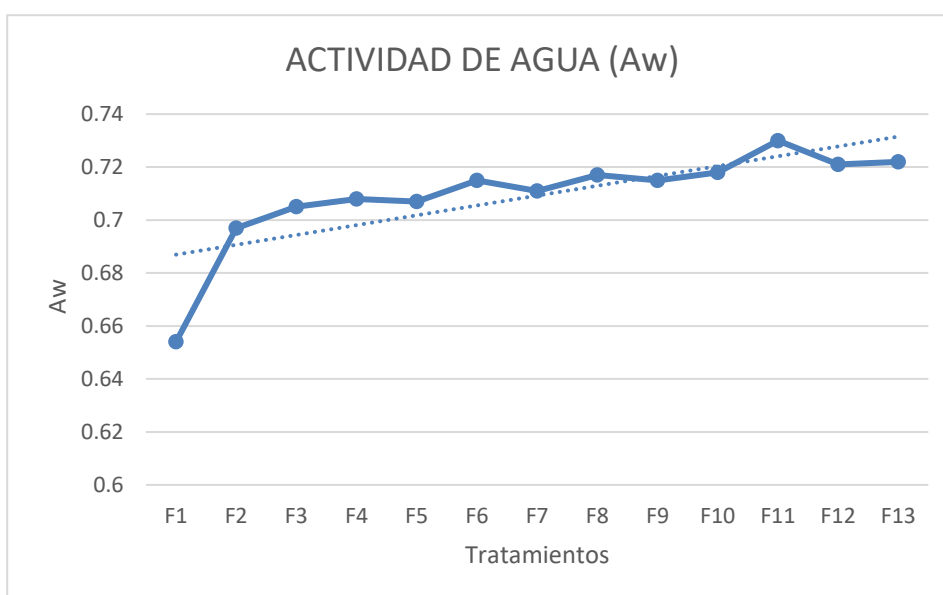
**Tabla 28**

*Actividad de agua de los tratamientos*

Tratamientos	Aw
F1	0.654 ± 0,0304
F2	0.697 ± 0,0057
F3	0.705 ± 0,0021
F4	0.708 ± 0,0007
F5	0.707 ± 0,0057
F6	0.715 ± 0,0028
F7	0.711 ± 0,0042
F8	0.717 ± 0,0014
F9	0.715 ± 0,0021
F10	0.718 ± 0,0085
F11	0.730 ± 0,0064
F12	0.721 ± 0,0007
F13	0.722 ± 0,0064

**Figura 14**

*Índice de actividad acuosa en base a los tratamientos*



Los resultados mostrados en la evaluación de actividad de agua nos permiten conocer en nuestros tratamientos, la cantidad de agua libre, por lo que obtuvimos valores entre  $0.654 \pm 0,0304$  y  $0.730 \pm 0,0064$ . Por lo general los alimentos como máximo permiten un valor de 1.0 y como mínimo de 0.0 con lo que respecta a actividad acuosa (Arévalo, 2017), en este caso al evaluarse una hamburguesa cuyo componente principal son las harinas es muy importante llevar un buen control de la actividad de agua con el fin de alargar la vida útil de estas, por lo cual dichos valores deben ser inferiores a 0,6 como es referido (Betlitz et al., 2012) en el caso de presentar valores  $<0.6$  de actividad de agua no se produce crecimiento microbiano, pero si se podrían desarrollar algún otro microorganismo en el caso de que el producto se le almacene en lugares con alta humedad o por largos periodos de tiempo.

La actividad de agua en hamburguesas en base a harinas puede aumentar o disminuir dependiendo de varios factores, como la composición exacta de la harina utilizada, la cantidad de líquido agregado (agua, aceite, etc) y en el proceso de cocción; es decir si se le agrega más cantidad de agua al preparar la mezcla de la hamburguesa vegetariana, en este caso la actividad de agua puede aumentar. Desde otro punto de vista, si se cocina la hamburguesa a una temperatura alta, puede disminuir la actividad del agua debido a la evaporación que va generar la temperatura en que está siendo cocida, en este caso utilizamos una temperatura entre  $90^\circ$  y  $95^\circ$  durante 5 minutos; en este caso mencionando lo anterior, la variación de actividad de agua en las hamburguesas depende principalmente del porcentaje de harina que pueda llevar la formulación de la respectiva hamburguesa, donde a menor cantidad de harina y a mayor contenido de líquido o agregado de otra materia prima, este parámetro aumentara sus valores (Abellaneda, 2023)

**Tabla 29**

*Análisis ANOVA para la Aw*

<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
	<i>Cuadrados</i>		<i>Medio</i>		
Entre grupos	0.0124929	12	0.00104108	11.46	0.0000
Intra grupos	0.0023611	26	0.0000908115		
Total (Corr.)	0.014854	38			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a la actividad acuosa, se muestran en la tabla 29. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sacha inchi llegan a influir significativamente entre la media de la actividad de agua, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%

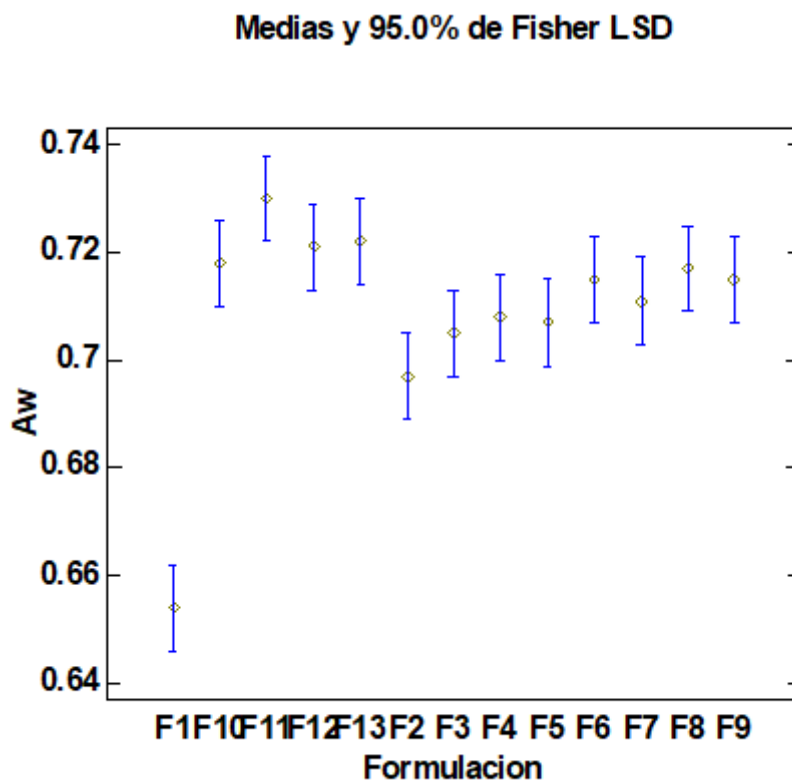
**Tabla 30***Prueba de múltiples rangos para actividad de agua por formulación*

<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	0.654	X
T2	3	0.697	X
T3	3	0.705	XX
T5	3	0.707	XXX
T4	3	0.708	XXX
T7	3	0.711	XXX
T9	3	0.715	XXX
T6	3	0.715	XXX
T8	3	0.717	XXX
T10	3	0.718	XXX
T12	3	0.721	XX
T13	3	0.722	XX
T11	3	0.73	X

La tabla 30 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 5 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 22 pares (F1 - F10, F1 - F11, F1 - F12, F1 - F13, F1 - F2, F1 - F3, F1 - F4, F1 - F5, F1 - F6, F1 - F7, F1 - F8, F1 - F9, F10 - F2, F11 - F2, F11 - F3, F11 - F4, F11 - F5, F11 - F7, F12 - F2, F12 - F3, F13 - F2, F13 - F3, F2 - F6, F2 - F8, F2 - F9) que muestran una diferencia significativa entre sí. Además, según los resultados obtenidos, la formulación 11 contiene estadísticamente una mayor concentración de actividad acuosa a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%

**Figura 15**

*Gráfico de medias actividad de agua*



Según lo obtenido en la figura 8, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el contenido de actividad de agua empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de actividad de agua. La formulación 11 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el nivel de actividad de agua de la hamburguesa vegetal.

#### 4.5. Análisis de Colorimetría

**Tabla 31**

*Análisis de colorimetría de los tratamientos Método CIELAB*

Tratamientos	Luminosidad L	a*	b*	Δ E
F1	53.8	4.3±1.13	4.3±0.92	4.3±0.90
F2	54.5	4.3±1.15	4.3±0.98	4.3±0.95
F3	62.4	4.3±1.20	4.3±0.95	4.3±0.24
F4	60.5	4.3±1.12	4.3±0.91	4.3±0.22
F5	60.9	4.3±1.19	4.3±0.90	4.3±0.23
F6	59.3	4.3±1.17	4.3±0.97	4.3±0.20
F7	59.7	4.3±1.13	4.3±0.95	4.3±0.19
F8	45.7	4.3±1.16	4.3±0.94	4.3±3.88
F9	57.02	4.3±1.15	4.3±0.93	4.3±0.18
F10	55.05	4.3±1.11	4.3±0.91	4.3±0.98
F11	58.3	4.3±1.17	4.3±0.90	4.3±0.20
F12	55.6	4.3±1.19	4.3±0.95	4.3±0.16
F13	59.8	4.3±1.22	4.3±0.99	4.3±0.18

En la tabla 31, se muestra el análisis del producto final de la hamburguesa vegetariana para los 13 tratamientos, para esto se realizó 3 veces el uso del colorímetro CR-20 para cada tratamiento y respetivamente se sacó un promedio de los valores dados por cada análisis realizado, dando los resultados obtenidos mediante la fórmula que indica el tamaño de diferencia de color, esto dio resultado los valores más altos para las formulación 3, para la variable de a\* fue de 4.3±1.20, para la segunda variable b\* los resultados obtenidos fueron 4.3±0.95 , el caso de luminosidad L\* fue de un valor de 62.4 que se encuentra relacionada con el brillo de la muestra, finalmente nos dio como resultado final para Δ E de Δ4.3±4.24

El objetivo de la técnica de colorimetría es medir y cuantificar el color mediante la evaluación de tres componentes de colores primarios (rojo, verde, azul) percibidos por el ojo humano. En este caso todo fue dado por el método CIELAB, Esta técnica abarca de toda la gama de la percepción humana del color, el espacio que presenta el método hace que se distinga el color con una precisión de color exacta utilizando valores de color, la precisión que muestra permite reproducir un color exacto de forma compacta. Donde tenemos los valores a\* y b\* representan la cromaticidad (matiz y croma) de la muestra, dado los valores del sistema de coordenadas L\*a\*b\*, se pueden calcular las diferencias entre colores, lo que permite un control más preciso de la calidad del color y evaluaciones de las diferencias

de color.

En una investigación realizada<sup>3</sup> a hamburguesas crudas y cocidas de guisantes mediante el método CIEL\*A\*B\* se observa que en la mayoría de las formulaciones la luminosidad desciende tras ser cocinadas entre un 30 a 40% de luminosidad. Esto se podría dar debido al gran contenido de grasa y menor de la harina de avena en la formulación. Con respecto a las coordenadas a\* y b\*, se observa como para las hamburguesas crudas la diferencia de parámetros en base a la formulación es más notable, pero tras pasar por el proceso de cocinado, los valores son similares para las formulaciones resaltando el aumento significativo en la coordenada b\* y un descenso de la coordenada a\*, esto se debe a la reacción de Maillard (unión enzimática de grupos carbonilos, en especial los aldehídos o cetonas de azúcares reductores como por ejemplo la glucosa o la fructosa) durante el proceso de cocción (Damodaran et al., 2017)

**Tabla 32**

*Análisis ANOVA para la Luminosidad*

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	691.19	12	57.5991	100.19	0.0000
Intra grupos	14.9479	26	0.574921		
Total (Corr.)	706.138	38			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base a la luminosidad, se muestran en la tabla 32. Esto indica que, en las formulaciones, la harina de tarwi, harina de quinoa y el sacha inchi llegan a influir significativamente entre la media de la luminosidad, debido a que el valor-P de la prueba-F es menor a 0.05 entre un nivel de formulación y otro con un nivel de confianza del 95%

**Tabla 33***Prueba de múltiples rangos para la luminosidad por formulación*

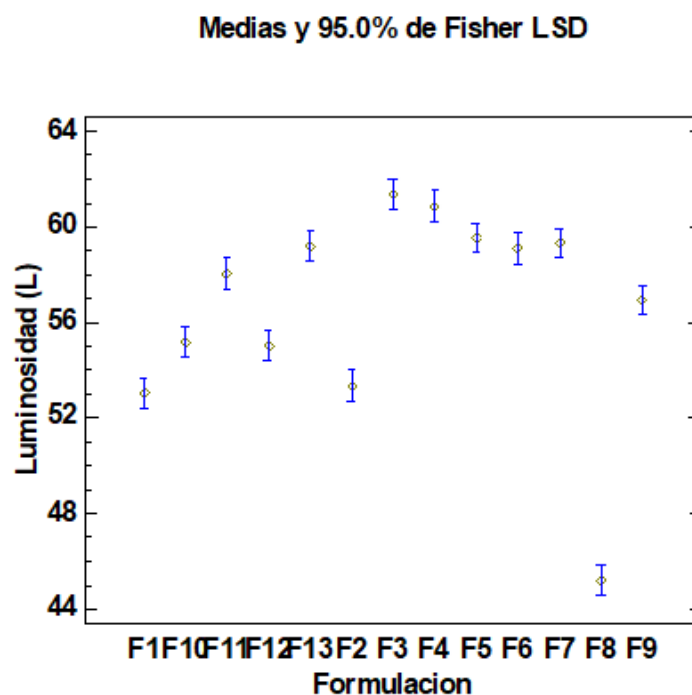
<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T8	3	45.2	X
T1	3	53.0333	X
T2	3	53.3333	X
T12	3	55.0333	X
T10	3	55.1833	X
T9	3	56.94	X
T11	3	58.0667	XX
T6	3	59.1	XX
T13	3	59.2	XX
T7	3	59.3333	XX
T5	3	59.5333	X
T4	3	60.8667	X
T3	3	61.4	X

La tabla 33 nos muestra un procedimiento de comparación múltiple, para determinar las medias estadísticamente significativas, se identificaron 7 grupos homogéneos entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 65 pares que muestran una diferencia significativa entre sí, Además, según los resultados obtenidos, la formulación 3 (37.5 de harina de tarwi, 32.5 de harina de quinoa y 30 torta de sachá inchi ) contiene estadísticamente una mayor luminosidad a comparación de las demás formulaciones. Por lo cual los contrastes planteados entre dichos grupos demuestran la diferencia significativa teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%



**Figura 16**

*Gráfico de medias de la luminosidad*



Según lo obtenido en la figura 11, teniendo un nivel de confianza del 95%, se presenta de manera grafica el nivel de luminosidad empleado el procedimiento Fisher LSD, en el cual se observa las diferencias significativas entre las 13 formulaciones planteadas en base a el nivel de acidez, La formulación 3 nos muestra un nivel mayor en base a dicho elemento.

Por otra parte, se demuestra que no hay diferencias significativas entre las 13 formulaciones debido a que los intervalos se superponen en dirección vertical, por lo que ninguna hamburguesa afecta significativamente el porcentaje de acidez de la hamburguesa vegetal.

#### **4.6. Análisis de Vida Útil de la formulación óptima**

Para los análisis de la Vida Útil de la formulación óptima (Formulación 4) se realizó una evaluación de textura de la mejor formulación de hamburguesa vegetal a lo largo de los días, por lo que se pudo determinar la caída del factor de la Dureza a medida que pasaban los días. Empezando por el día 0 con un factor de dureza de 43,32 siendo este el pico más alto, reduciéndose hasta 10,25 en el día 12, a la hora de determinar dichas fuerzas se tuvo en cuenta los componentes de la muestra, en este caso el colágeno y la elastina lo cual es el principal componente de los tejidos conectivos presentes en el tarwi, Dichos tejidos contribuyen en gran manera a darle cierta dureza a la carne (Acevedo 2014). Otro punto indispensable a la hora de medir la textura está centrado en el tipo de materia prima que se emplea, en este caso si se empleara carne habría una diferencia significativa con respecto a las hamburguesas que se elaboran con productos cárnicos, por el simple hecho de una mayor resistencia por parte de las fibras en los músculos de la carne. Para una evaluación para la textura, se puede variar de acuerdo a la materia prima a usar, es decir, si la carne es de res o cualquier tipo de legumbres y vegetales. Por lo tanto, existirá una diferencia significativa con respecto a dar una elaboración de hamburguesa de carne a comparación con una vegana, debido a que la carne presenta una mayor resistencia, debido a las fibras de la carne misma. (Cortes, 2010)

En los productos tales como las hamburguesas, el factor dureza es considerada como uno de los factores más importantes, la cual va a determinar la calidad de una hamburguesa, (Herrero, 2022) en su investigación nos dice que la textura se considera como una propiedad sensorial que va a detallar la preferencia al percibir un producto, mientras que el nivel de dureza se basa netamente en un atributo que mide la textura, la cual puede cambiar con el pasar del tiempo, esto puede cambiar la perspectiva del panelista o consumidor al momento de degustar el producto.

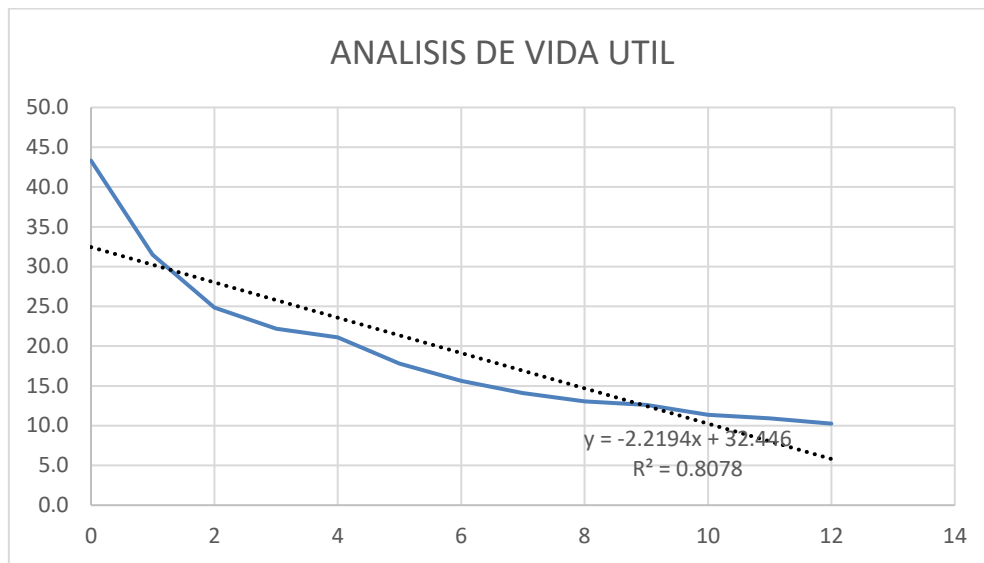
**Tabla 34**

*Gráfico de la Vida Útil Días vs dureza*

	<b>Tiempo (X)</b>	<b>Puntaje (Y)</b>	<b>x<sup>2</sup></b>	<b>y<sup>2</sup></b>	<b>XY</b>	<b>X- XP</b>	<b>Y-YP</b>	<b>(x-xp)<sup>2</sup></b>	<b>(Y-YP)<sup>2</sup></b>	<b>(X-XP)(Y-YP)</b>
	0	43,3	0	1876,62	0	-90	24,1908	8100	585,1933160	-2177,16923
	1	31,5	1	992,25	31,5	-89	31,5000	7921	992,2500000	-2803,5
	2	24,8	4	617,03	49,68	-88	24,8400	7744	617,0256000	-2185,92
	3	22,2	9	492,84	66,6	-87	22,2000	7569	492,8400000	-1931,4
	4	21,1	16	445,21	84,4	-86	21,1000	7396	445,2100000	-1814,6
	5	17,8	25	316,84	89	-85	17,8000	7225	316,8400000	-1513
	6	15,6	36	244,61	93,84	-84	15,6400	7056	244,6096000	-1313,76
	7	14,1	49	199,09	98,77	-83	14,1100	6889	199,0921000	-1171,13
	8	13,1	64	170,82	104,56	-82	13,0700	6724	170,8249000	-1071,74
	9	12,6	81	158,76	113,4	-81	12,6000	6561	158,7600000	-1020,6
	10	11,4	100	128,82	113,5	-80	11,3500	6400	128,8225000	-908
	11	10,9	121	118,81	119,9	-79	10,9000	6241	118,8100000	-861,1
	12	10,3	144	105,06	123	-78	10,2500	6084	105,0625000	-799,5
<b>SUMA</b>	<b>78</b>	<b>248,7</b>	<b>650</b>	<b>5866,7696</b>	<b>1088,15</b>	<b>-1092</b>		<b>91910</b>	<b>4575,340516</b>	<b>-19571,4192</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>6</b>	<b>19,129</b>	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum xy$			<b>Sxx</b>	<b>Syy</b>	<b>Sxy</b>

**Figura 18**

*Gráfico de Dispersión (Vida Util)*



Para los análisis de la vida útil de la hamburguesa vegetal, se evaluó el mejor tratamiento (Tratamiento 4), por lo cual se representó por la siguiente tabla de datos de Tiempo (X) y Puntaje (Y). En el gráfico 18 se presenta el diagrama de dispersión con la línea de tendencia obtenida en base a los días y los puntajes en la que se observa la ecuación y el valor R2 el cual indica el grado de ajuste de la línea de tendencia a los datos

$$y = -2,2194x + 32,446$$

$$R^2 = 0,8078$$

Entonces podemos concluir que la ecuación de regresión sugiere que una tendencia de tipo decreciente en el puntaje a medida que aumenta con el pasar del tiempo, el valor de R2 de 0,8076 nos indica que aproximadamente el 80,76% de la variabilidad en el puntaje puede explicarse por el tiempo. Este análisis nos va a proporcionar una visión un poco más detallada con respecto a cómo el puntaje de la hamburguesa vegetal va a cambiar con el tiempo gracias a dichos gráficos con el objetivo de detallar e identificar los datos.

**Tabla 35***Tabla de regresión de la vida util*

Tiempo	Puntaje	$\hat{Y}$	$Y - Y^{\wedge}$	$(Y - Y^{\wedge})^2$
0	43,3	6,488600	36,8314	1356,5520260
1	31,5	6,476000	25,0240	626,2005760
2	24,8	6,463400	18,3766	337,6994276
3	22,2	6,450800	15,7492	248,0373006
4	21,1	6,438200	14,6618	214,9683792
5	17,8	6,425600	11,3744	129,3769754
6	15,6	6,413000	9,2270	85,1375290
7	14,1	6,400400	7,7096	59,4379322
8	13,1	6,387800	6,6822	44,6517968
9	12,6	6,375200	6,2248	38,7481350
10	11,4	6,362600	4,9874	24,8741588
11	10,9	6,350000	4,5500	20,7025000
12	10,3	6,337400	3,9126	15,3084388
			<b>Sse</b>	<b>3201,6951753</b>
<b>VIDA UTIL</b>			<b>118</b>	

En base a la gráfica de tendencia se logro determinar la vida util en base a el valor R2 que indico el grado de ajuste de la línea de tendencia para obtener el valor de vida util de el mejor tratamiento, teniendo en cuenta el intercepto y la pendiente y al aplicarse la formula para determinar la vida util, se obtuvo un valor de 118 para el tratamiento 4.

**Tabla 36***Tabla de estabilidad de la hamburguesa vegetal*

Tiempo	Puntaje	Y calculado	LCS	LCI
0	43,3	6,488600	277,7050	-265,2736
1	31,5	6,476000	277,6798	-265,1373
2	24,8	6,463400	277,6546	-265,0660
3	22,2	6,450800	277,6294	-265,0453
4	21,1	6,438200	277,6042	-265,0441
5	17,8	6,425600	277,5790	-265,0151
6	15,6	6,413000	277,5538	-265,0005
7	14,1	6,400400	277,5286	-264,9938
8	13,1	6,387800	277,5034	-264,9933
9	12,6	6,375200	277,4782	-265,0000
10	11,4	6,362600	277,4530	-264,9968
11	10,9	6,350000	277,4278	-265,0037
12	10,3	6,337400	277,4026	-265,0082

En la tabla 36 se logro determinar el estudio de estabilidad de la hamburguesa en base a el tiempo, en la que se considera 2 limites LCS (Limite de Control Superior) y LCI (Limite de Control Inferior).

Se puede observar la tendencia decreciente (Y calculado) el cual va a disminuir con el pasar de el tiempo, lo cual puede indicar una degradación de la hamburguesa con el pasar de el tiempo, estos valores son mucho mas bajo que los puntajes obtenidos, por lo que se puede concluir que nuestro modelo de regresión puede no estar realizando un buen ajuste de datos.

Con respecto a los limites de control tanto superior como inferior (LCS y LCI) son amplios, es decir indican una gran variabilidad en los datos, si los puntajes observados caen en estos límites se puede decir que el proceso se considera de bajo control, sin embargo, si se encuentran por encima de los valores Y podría ser un indicador claro de un problema durante el proceso o en la calidad de nuestra hamburguesa vegetal.

#### **4.7. Determinación de la formulación optima en base a la aceptabilidad**

Para cada uno de nuestros tratamientos, se realizó una evaluación sensorial, en la cual nos permitió identificar la hamburguesa vegetal por los atributos de olor, sabor, color, intención de compra y aceptabilidad general, teniendo en cuenta el método de escala hedónica de 9 puntos con un grupo conformado por 20 panelistas

**Tabla 37***Desviación estándar y promedios de la evaluación sensorial realizada a cada tratamiento*

<b>Tratamiento</b>	<b>Formulación (Tarwi-Quinoa – Sacha inchi)</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aceptabilidad general</b>
T1	39.1 - 34.1 - 26.6	5.45±1.00	6.15±1.60	7.05±0.83	5.5±2.06
T2	35.0 - 35.0 - 30.0	5.2±1.15	5.8±1.15	5.7±1.84	5.35±1.98
T3	37.5 - 32.5 - 30.0	6.25±1.52	6.4±1.76	5.25±1.83	7.2±1.51
T4	40.0 - 32.5 - 27.5	7.6±1.10	6.75±1.83	7.1±0.91	7.5±1.10
T5	36.6 - 34.1 - 29.1	5.9±1.25	6.0±1.30	6.55±1.43	6.95±1.64
T6	40.0 - 35.0 - 25.0	6.0±1.30	6.0±1.30	5.4±2.04	6.15±1.69
T7	35.0 - 35.0 - 30.0	5.95±1.32	6.15±1.14	6.05±1.76	6.55±1.73
T8	40.0 - 35.0 - 25.0	5.9±1.25	5.9±1.65	6.8±1.06	6.3±2.23
T9	40.0 - 30.0 - 30.0	6.55±1.32	7.05±1.36	7.1±2.00	6.75±1.29
T10	39.1 - 31.6 - 29.1	6.2±1.70	6.75±1.65	6.6±1.82	6.85±1.39
T11	37.5 - 35.0 - 27.5	6.0±1.30	6.25±0.91	7.1±2.10	7.15±1.81
T12	40.0 - 30.0 - 30.0	5.85±0.88	5.85±1.31	5.35±1.90	5.85±2.39
T13	38.3 - 33.3 - 28.3	5.95±1.23	5.95±1.43	5.9±1.97	7.00±1.81

#### 4.7.1. Elaboración y planteamiento estadístico realizado a los análisis sensoriales

Los análisis sensoriales se realizaron con 20 panelistas no entrenados los cuales se sometieron a una evaluación estadística para lograr determinar la presencia de diferencias significativas en cada una de las formulaciones. Por lo cual se realizó dicha evaluación en el programa estadístico STATGRAPHICS

##### 4.7.1.1. Evaluación del atributo “Olor”

Se realizó un análisis de varianza ANOVA para el atributo olor, en base a los 13 tratamientos planteados con el objetivo de determinar su nivel de significancia

**Tabla 38**

*Análisis de varianza en el atributo de olor en la hamburguesa vegetal*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
yy					
A: Tratamientos	94.6538	12	7.88782	5.22	0.0000
B: Panelistas	42.3808	19	2.23057	1.48	0.0948
RESIDUOS	344.269	228	1.50995		
<b>Total (corregido)</b>	<b>481.304</b>	<b>259</b>			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base al atributo olor, se muestran en la tabla 35. Las formulaciones planteadas solo se evaluaron a el factor A (Tratamientos), los cuales llegan a influir de forma significativa en el resultado del olor, debido a que el valor-P es menor a 0.05, lo cual nos da a entender que los panelistas tienen impacto significativo en el olor de la hamburguesa vegetal, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%



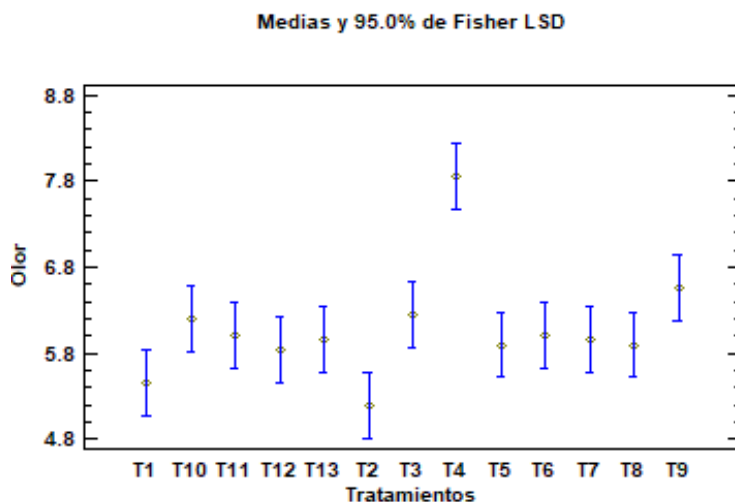
**Tabla 39***Prueba de Fisher LSD para el atributo olor de las formulaciones de la hamburguesa vegetal*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T2	20	5.2	0.274768	X
T1	20	5.45	0.274768	XX
T12	20	5.85	0.274768	XXX
T8	20	5.9	0.274768	XXX
T5	20	5.9	0.274768	XXX
T7	20	5.95	0.274768	XXX
T13	20	5.95	0.274768	XXX
T6	20	6.0	0.274768	XX
T11	20	6.0	0.274768	XX
T10	20	6.2	0.274768	XX
T3	20	6.25	0.274768	X
T9	20	6.55	0.274768	X
T4	20	7.85	0.274768	X

La tabla 36 nos muestra un análisis LSD de Fisher el cual es un procedimiento de comparación múltiple para poder determinar las medias significativamente diferentes entre sí. Por lo que se pueden observar 3 grupos homogéneos en base a la alineación de X en las columnas, no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's de las cuales existen 19 pares (T1 - T3, T1 - T4, T1 - T9, T10 - T2, T10 - T4, T11 - T2, T11 - T4, T12 - T4, T13 - T4, T2 - T3, T2 - T4, T2 - T6, T2 - T9, T3 - T4, T4 - T5, T4 - T6, T4 - T7, T4 - T8, T4 - T9) que muestran una diferencia significativa teniendo un nivel de confianza del 95%. En este caso, la mejor formulación fue el tratamiento 4 (7.85), mientras que el tratamiento 2 (5.2) fue el menos preferido por los panelistas. Entonces podemos deducir que aquellos tratamientos con un nivel elevado de harina de tarwi presentan una mayor aceptabilidad general comparándola con los tratamientos con un menor nivel o proporción de harina de tarwi, lo cual hace que el producto tenga una consideración especial y atractiva en cuanto a el olor.

**Figura 18**

*Gráfico de medias para el atributo olor*



Según lo obtenido en la figura 8, teniendo un nivel de confianza del 95%, en el gráfico de las medidas se observa que el cuarto tratamiento de la hamburguesa vegetal (Tarwi 40%, Quinoa 32,5% y Sacha Inchi 27.5%) tuvo mayor aceptación en base al atributo de olor. En consecuencia, el tratamiento 2 (Tarwi 35%, Quinoa 35% y Sacha Inchi 30%) es el que obtuvo una menor medida comparada con el resto de los tratamientos. Cabe recalcar que las diferencias no se consideran estadísticamente significativas ya que los intervalos de confianza llegan a traslaparse en dirección vertical

#### 4.7.1.2. Evaluación del atributo “Color”

Se realizó un análisis de varianza ANOVA para el atributo color, en base a los 13 tratamientos planteados con el objetivo de determinar su nivel de significancia de dicho atributo

**Tabla 40**

*Análisis de varianza en el atributo de color en la hamburguesa vegetal*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Tratamientos	43.9	12	3.65833	1.84	0.0435
B: Panelistas	30.9038	19	1.62652	0.82	0.6858
RESIDUOS	453.946	228	1.99099		
<b>Total (corregido)</b>	<b>528.75</b>	<b>259</b>			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base al atributo color, se muestran en la tabla 37. Las formulaciones planteadas, el factor A (Tratamientos) es menor a si llegan a influir de forma significativa en el resultado del color, debido a que uno de los valores-P son menores a 0.05, lo cual nos da a entender que los tratamientos tienen impacto significativo en el color percibido por los panelistas, teniendo en cuenta un nivel de confianza

del 95%

**Tabla 41**

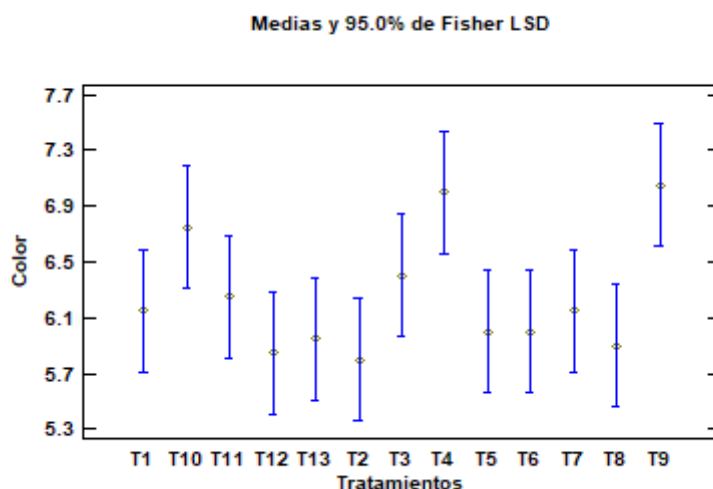
*Prueba de Fisher LSD para el atributo color de las formulaciones de la hamburguesa vegetal*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T2	20	5.8	0.315515	X
T12	20	5.85	0.315515	X
T8	20	5.9	0.315515	XX
T13	20	5.95	0.315515	XX
T6	20	6.0	0.315515	XX
T5	20	6.0	0.315515	XX
T1	20	6.15	0.315515	XXX
T7	20	6.15	0.315515	XXX
T11	20	6.25	0.315515	XXXX
T3	20	6.4	0.315515	XXXX
T10	20	6.75	0.315515	XXX
T4	20	7.0	0.315515	XX
T9	20	7.05	0.315515	X

La tabla 38 nos muestra un análisis LSD de Fisher el cual es un procedimiento de comparación múltiple para poder determinar las medias significativamente diferentes entre sí. Por lo que se pueden observar 4 grupos homogéneos en base a la alineación de X's en las columnas, no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 16 pares (T1 - T9, T10 - T12, T10 - T2, T12 - T4, T12 - T9, T13 - T4, T13 - T9, T2 - T4, T2 - T9, T4 - T5, T4 - T6, T4 - T8, T5 - T9, T6 - T9, T7 - T9, T8 - T9) que muestran una diferencia significativa teniendo un nivel de confianza del 95%. En este caso, la mejor formulación fue el tratamiento 9 (7.05), mientras que el tratamiento 2 (5.8) fue el menos preferido por los panelistas. Entonces podemos deducir que aquellos tratamientos con un nivel elevado de harina de tarwi presentan una mayor aceptabilidad general comparándola con los tratamientos con un menor nivel o proporción de harina de tarwi, lo cual hace que el producto tenga una consideración especial y atractiva en cuanto a el color.

**Figura 19**

*Gráfico de medias para el atributo color*



Según lo obtenido en la figura 9, teniendo un nivel de confianza del 95%, en el gráfico de las medidas se observa que el noveno tratamiento de la hamburguesa vegetal (Tarwi 40%, Quinoa 30% y Sacha Inchi 30%) tuvo mayor aceptación en base al atributo de color. En consecuencia, el tratamiento 2 (Tarwi 35%, Quinoa 35% y Sacha Inchi 30%) es el que obtuvo una menor medida comparada con el resto de los tratamientos. Cabe recalcar que las diferencias no se consideran estadísticamente significativas ya que los intervalos de confianza llegan a traslaparse en dirección vertical

#### 4.7.1.3. Evaluación del atributo “Sabor”

Se realizó un análisis de varianza ANOVA para el atributo sabor, en base a los 13 tratamientos planteados con el objetivo de determinar su nivel de significancia de dicho atributo

**Tabla 42**

*Análisis de varianza en el atributo de sabor en la hamburguesa vegetal*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Tratamientos	125.646	12	10.4705	3.56	0.0001
B: Panelistas	49.6115	19	2.61113	0.89	0.5972
Residuos	669.738	228	2.93745		
<b>Total (corregido)</b>	<b>844.996</b>	<b>259</b>			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal

en base al atributo sabor, se muestran en la tabla 39. El factor A (tratamientos) llegan a influir de forma significativa en el resultado del sabor, debido a que uno de los valores-P es menor a 0.05, lo cual nos da a entender que los tratamientos tienen impacto significativo en el sabor percibido por los panelistas, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%

**Tabla 43**

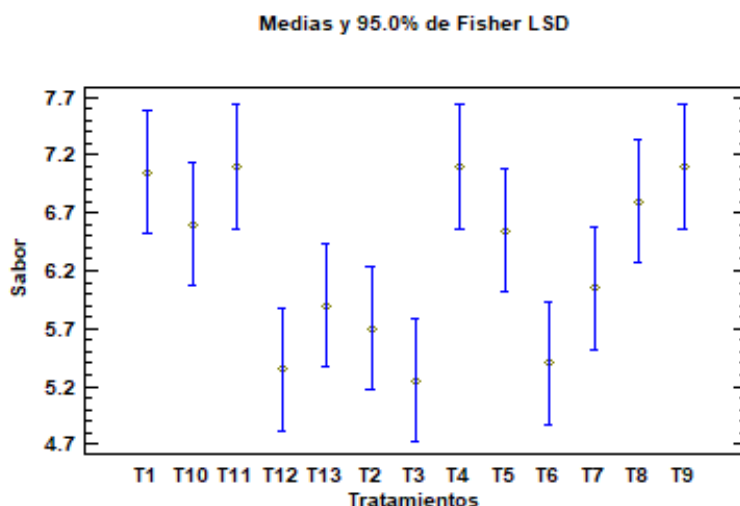
*Prueba de Fisher LSD para el atributo sabor de las formulaciones de la hamburguesa vegetal*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T3	20	5.25	0.383239	X
T12	20	5.35	0.383239	X
T6	20	5.4	0.383239	X
T2	20	5.7	0.383239	XX
T13	20	5.9	0.383239	XXX
T7	20	6.05	0.383239	XXXX
T5	20	6.55	0.383239	XXX
T10	20	6.6	0.383239	XXX
T8	20	6.8	0.383239	XX
T1	20	7.05	0.383239	X
T11	20	7.1	0.383239	X
T9	20	7.1	0.383239	X
T4	20	7.1	0.383239	X

La tabla 40 nos muestra un análisis LSD de Fisher el cual es un procedimiento de comparación múltiple para poder determinar las medias significativamente diferentes entre sí. Por lo que se pueden observar 4 grupos homogéneos en base a la alineación de X's en las columnas, no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 30 pares (T1 - T12, T1 - T13, T1 - T2, T1 - T3, T1 - T6, T10 - T12, T10 - T3, T10 - T6, T11 - T12, T11 - T13, T11 - T2, T11 - T3, T11 - T6, T12 - T4, T12 - T5, T12 - T8, T12 - T9, T13 - T4, T13 - T9, T2 - T4, T2 - T8, T2 - T9, T3 - T4, T3 - T5, T3 - T8, T3 - T9, T4 - T6, T5 - T6, T6 - T8, T6 - T9) que muestran una diferencia significativa teniendo un nivel de confianza del 95%. En este caso, la mejor formulación fue el tratamiento 4 (7.1), mientras que el tratamiento 3 (5.25) fue el menos preferido por los panelistas. Entonces podemos deducir que aquellos tratamientos con un nivel elevado de harina de tarwi presentan una mayor aceptabilidad general comparándola con los tratamientos con un menor nivel o proporción de harina de tarwi, lo cual hace que el producto tenga una consideración especial y atractiva en cuanto a el sabor.

**Figura 20**

*Gráfico de medias para el atributo sabor*



Según lo obtenido en la figura 10, teniendo un nivel de confianza del 95%, en el gráfico de las medidas se observa que el cuarto tratamiento de la hamburguesa vegetal (Tarwi 40%, Quinoa 32.5% y Sacha Inchi 27.5%) tuvo mayor aceptación en base al atributo de color. En consecuencia, el tratamiento 3 (Tarwi 37.5%, Quinoa 32,5% y Sacha Inchi 30%) es el que obtuvo una menor medida comparada con el resto de los tratamientos. Cabe recalcar que las diferencias no se consideran estadísticamente significativas ya que los intervalos de confianza llegan a traslaparse en dirección vertical

#### 4.7.1.4. Evaluación del atributo “Apariencia general”

**Tabla 44**

*Análisis de varianza en el atributo de apariencia general en la hamburguesa vegetal*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Tratamientos	108.646	12	9.05385	2.82	<b>0.0013</b>
B: Panelistas	47.9846	19	2.52551	0.79	0.7218
RESIDUOS	731.815	228	3.20972		
TOTAL (CORREGIDO)	888.446	259			

Los resultados realizados en el análisis estadístico de las 13 formulaciones de la hamburguesa vegetal en base al atributo de la apariencia general, se muestran en la tabla 41. El factor A (tratamientos) llegan a influir de forma significativa en el resultado de la apariencia general, debido a que uno de los valores-P son menores a 0.05, lo cual nos da a entender que los tratamientos tienen impacto significativo en la apariencia general percibida por los panelistas, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%

**Tabla 45**

*Prueba de Fisher LSD para el atributo aceptabilidad general de las formulaciones de la hamburguesa*

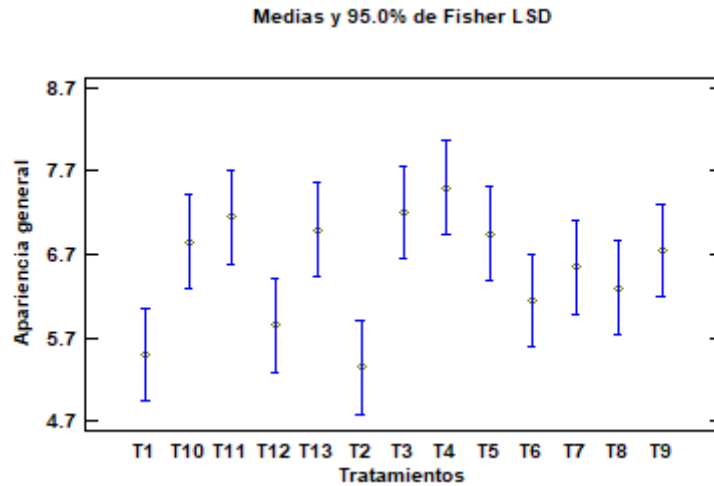
vegetal

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	20	5.35	0.400607	X
T1	20	5.5	0.400607	XX
T12	20	5.85	0.400607	XXX
T6	20	6.15	0.400607	XXXX
T8	20	6.3	0.400607	XXXX
T7	20	6.55	0.400607	XXXX
T9	20	6.75	0.400607	XXX
T10	20	6.85	0.400607	XXX
T5	20	6.95	0.400607	XXX
T13	20	7.0	0.400607	XX
T11	20	7.15	0.400607	XX
T3	20	7.2	0.400607	XX
T4	20	7.5	0.400607	X

La tabla 42 nos muestra un análisis LSD de Fisher el cual es un procedimiento de comparación múltiple para poder determinar las medias significativamente diferentes entre sí. Por lo que se pueden observar 5 grupos homogéneos en base a la alineación de X's en las columnas, no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's, de las cuales existen 21 pares (T1 - T10, T1 - T11, T1 - T13, T1 - T3, T1 - T4, T1 - T5, T1 - T9, T10 - T2, T11 - T12, T11 - T2, T12 - T13, T12 - T3, T12 - T4, T13 - T2, T2 - T3, T2 - T4, T2 - T5, T2 - T7, T2 - T9, T4 - T6, T4 - T8,) que muestran una diferencia significativa teniendo un nivel de confianza del 95%. En este caso, la mejor formulación fue el tratamiento 4 (7.5), mientras que el tratamiento 2 (5.35) fue el menos preferido por los panelistas. Entonces podemos deducir que aquellos tratamientos con un nivel elevado de harina de tarwi presentan una mayor aceptabilidad general comparándola con los tratamientos con un menor nivel o proporción de harina de tarwi, lo cual hace que el producto tenga una consideración especial y atractiva en cuanto a apariencia general se refiere.

### Figura 21

*Gráfico de medias para el atributo apariencia general*



Según lo obtenido, teniendo un nivel de confianza del 95%, en el gráfico de las medidas se observa que el cuarto tratamiento de la hamburguesa vegetal (Tarwi 40%, Quinoa 32.5% y Sacha Inchi 27.5%) tuvo mayor aceptación en base al atributo de color. En consecuencia, el tratamiento 2 (Tarwi 35%, Quinoa 35% y Sacha Inchi 30%) es el que obtuvo una menor medida comparada con el resto de los tratamientos. Cabe recalcar que las diferencias no se consideran estadísticamente significativas ya que los intervalos de confianza llegan a traslaparse en dirección vertical.

## V. CONCLUSIONES



Se logro realizar la caracterización de las materias primas, para la harina de tarwi es humedad (5.48%), grasa (4.25%), ceniza (2.90%), pH (5.27), acidez (0.123%) y proteína (46.760 g/100g), para harina de quinoa es humedad (11.46%), grasa (12.07%), ceniza (2.97%), pH (6.21), acidez (0.086%) y proteína (15.667) g/100g) y por último para el Sacha Inchi es humedad (4.53%), grasa (44.59%), ceniza (3.09%), pH (6.037), acidez (0.052%) y proteína (24.911 g/100g)

Se logro de igual forma determinar las propiedades fisicoquímicas de los tratamientos de la hamburguesa vegetal (Ph, acidez, humedad y ceniza) obteniéndose resultados de 5.52 a 5.61%, 0.58 a 1.02%, 42.8 a 57.65% y finalmente de ceniza de 1.911 a 3.126 respectivamente, los cuales son valores contrastados y relacionados con resultados de formulaciones para hamburguesas provenientes de carne de bovino, porcino y aves. Además, todas y cada una de ellas se relacionan directamente con las materias primas con respecto a la proporción en el caso de la harina de tarwi. Asimismo, se logró determinar la actividad de agua libre (Aw) en la que se obtuvo valores de entre 0.654 y 0.730, por lo general el valor máximo permitido es 1.0, en este caso es muy importante llevar un buen control de actividad acuosa ya que estos valores van a evitar cierta proliferación de hongos y microorganismos, esto va a depender mucho de los lugares húmedos o secos por lo que se recomienda siempre que se mantenga en refrigeración. En el caso de la evaluación colorimétrica por método CIELAB, los valores más altos fueron para la formulación 03 (37.5% - 32.5% - 30.0%), en la cual las variables son, la primera a\* (4.3), la segunda b\*(4.3), la variable de la luminosidad L\*(62.4) y la variable final E (4.3). Las hamburguesas con una mayor concentración de harina de tarwi y sachá inchi presentaron una mayor concentración de nivel proteico, además que los tratamientos con mayor concentración de harinas (tarwi y sachá inchi) presentaron un nivel acuoso bajo.

La vida útil se determinó en base a el nivel de dureza de la hamburguesa vegetal planteada solamente para la formulación optima (T4) la cual en el día 0 empezó con un factor de dureza de 43,32 siendo este el pico más alto, reduciéndose hasta 10,25 en el día 12

El análisis sensorial se realizó a 20 panelistas no entrenados, en la que se demostró que existen diferencias significativas entre el olor, color, sabor y aceptabilidad general de las 13 formulaciones de las cuales la que tuvo mayor olor, sabor y apariencia general fue el T4 (40.0% - 32.5% - 27.5%) por lo tanto podemos decir que a una mayor concentración de harina de tarwi hace que el producto tenga una mayor aceptación sensorial en base a los atributos mencionados

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda emplear equipos capaces de mantener en buenas condiciones de temperatura y humedad a las hamburguesas, ya que al controlar muy bien estos parámetros se va a prevenir proliferación de microorganismos y a garantizar una mejor percepción sensorial y organoléptica por los consumidores
- Se recomienda realizar muchos más estudios nutricionales para poder identificar mucho más valor nutricional a la hamburguesa vegetal ya sea de tipo vitamínico como compuestos que se obtengan al mezclar y homogeneizar los ingredientes
- Se recomienda realizar una comparación de textura a través de más días para conocer con mayor precisión el comportamiento en la firmeza de la hamburguesa

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abellaneda Pividal, J. C. (2023). *Diseño de una hamburguesa vegana a base de proteína de guisante y dimensionamiento de una instalación de refrigeración-congelación para su conservación*. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/196674>
- Arguedas. E., Angulo.R., (2018). *Hamburguesa Vegetariana a base de Plukenetia volubilis, Sacha Inchi*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana] [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5639/Ethel\\_Tesis\\_Titulo\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5639/Ethel_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Anaya González, R. B., Mamani Aycachi, R. A., & Córdor Alarcón, R. (2022). Primary metabolites in four accessions of *Chenopodium quinoa* Willd in three districts of Ayacucho, Peru. *Revista Boliviana de Química*, 36(1), 1-9. Retrieved from [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0250-54602019000100001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0250-54602019000100001)
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica – ANMAT (2014). Alimentos farináceos – cereales, harinas y derivados. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/capitulo\\_ix.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/capitulo_ix.pdf).
- Agroindustria Cárnica. (2014). *Composición nutricional de la pulpa de una hamburguesa*. Editorial/Institución.
- Arévalo, M. A. (2017). *Actividad de agua en alimentos: Concepto, medida y aplicaciones*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5052>
- Baldeon. C., Velazquez, R., *Eligio. C., (2015). Using plukenetia volubilis (sacha inchi) to improve the nutritional components of burger. [Utilización de plukenetia volubilis (sacha inchi) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa]*. Scielo vol.6 no.2. doi: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n2.60>
- Beltrán Balarezo Carolina, (2014). *Evaluación Sensorial de Hamburguesa, utilizando Carne de Soya como Sustituto Parcial de Carne de Res*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala] <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1600/7/CD00011-TESIS.pdf>
- Bochi, V. C., Weber, J., Ribeiro, C. P., Victório, A. M., & Emanuelli, T. (2008). *Fishburgers with silver catfish (Rhamdia quelen) filleting residue*. *Bioresource Technology*, 99(18), 8844-8849. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.04.075>

- Banco Central de la Reserva del Perú. (2018). *Caracterización del departamento de San Martín*. Recuperado de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Iquitos/sanmartin-caracterizacion.pdf>
- Bilbao, A. (2007). *Investigación sobre la nutrición en alimentos andinos*. Editorial de Ciencias de la Salud, 10(2), 45-60.
- Castillo-Martinez, W. E., & Paucar-Menacho, L. M. (2021). Comportamiento reológico de masas de panificación de harina de trigo sustituidas con harinas de quinua y cañihua germinadas. *INGnosis*, 7(1), 25-33.
- Clavijo, D. B., Rodríguez, F. V., & Estupiñán, J. E. C. (2015). Utilización de *Plukenetia volubilis* (sacha inchi) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa. *Enfoque UTE*, 6(2), 59–76.
- Chipana M., Rubén T., Hugo B., Sven-E. (2014). *El tarwi (lupinus mutabilis) y su importancia social y económica en las familias del altiplano norte de bolivia. Lupine (Lupinus mutabilis), and its social and economic importance on the families in the Bolivian Northern Altiplano. Innovación Agropecuaria y de recursos naturales*, 2409-1618. [http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v1n1/v1n1\\_a07.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v1n1/v1n1_a07.pdf)
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., & van Boekel, M. A. J. S. (2016). *Lupinus mutabilis*: Composition, uses, toxicology, and debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454-1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Christina J., Birke R., Qiushuang S., Mathias P., Clausen, Davide G. (2022). *Percepción del consumidor de recetas de hamburguesas a base de plantas estudiadas por mapeo proyectivo*. Science Direct, Alimentos futuros 26 de julio del 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100168>
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., & van Boekel, M. A. J. S. (2013). *Lupinus mutabilis*: Composition, uses, toxicology, and debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454-1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo. (2018). *Perfil del turista extranjero 2018*. PROMPERÚ. Recuperado de <https://www.promperu.gob.pe/turismoin/archivos/cifraspdf/pte%202018%20-%20perfil%20del%20turista%20extranjero.pdf>

- Cortes, J. (2019). *Comparación de la resistencia de la carne y los vegetales en la elaboración de hamburguesas*. *Revista de Ciencia Alimentaria*, 12(4), 234-245.
- Delgado, N., & Albarracín, W. (2012). *Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (Chenopodium Quinoa W) y chachafruto (Erythrina edulis): potenciales extensores cárnicos*. *Vitae*, 19(1), S430-S432. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914135>
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2017). *Fennema's Food Chemistry* (5th ed.). CRC doi: <https://doi.org/10.1201/9781315372914>
- Ethel A., Rita J. (2018). *Hamburguesa vegetariana a base de plukenetia volubilis, sacha inchi*. UNAP, *Facultad de Industrias Alimentarias*. Repositorio: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5639>
- Fuentes, F. (2014). *Diversity of Quinoa in a Biogeographical Island: A Review of Constraints and Potential from Arid to Temperate Regions of Chile*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 123-135. <https://doi.org/10.15835/nbha4229733>
- Gamonal R., Helen G. (2018). *Elaboración y evaluación de hamburguesas con sustitución parcial de carne de res por quinua (Chenopodium Quinoa) kiwicha (Amaranthus Caudatus) y kañiwa (Chenopodium Pallidicaule)*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Repositorio: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2087>
- Granados, J., Tello, M., Gutierrez, A., Díaz, L., & Arce, V. (2019). *Empleo de tres métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de Lupinus mutabilis Sweet Agroindustrial*. *Science*, 9(1), 53-59. Doi: <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.07>
- G.R. Suca A. (2015). *Potencial del tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial*. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* Vol. 18.
- Gutiérrez, L. F., Rosada, L. M., & Jiménez, Á. (2011). Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. *Grasas y aceites*, 62(1), 76-83. <https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1301>
- Gómez Pando, L., Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Leon-Lobos, P., Alercia, A., Diulgheroff, S., Padulosi, S., & Bazile, D. (2014). *Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua*. En D. Bazile, H. D. Bertero, & C. Nieto (Eds.), *Estado del arte de la quinua en el mundo*

en 2013 (pp. 65-94). FAO-CIRAD. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/e02c52cf-bb3d-4ca3-8f82-5c2f9368cc1b/content>

Herrera, W. (2010). *Potencial industrial de plantas oleaginosas del Caquetá, Amazonia Colombiana*. Ingenierías & Amazonia, 3(1), 28-39. Recuperado de <https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Facultades/Facultad%20de%20Ingenieria/Publicaciones/Revista%20ingenieria%20y%20amazonia/2010/Volumen%203%20No.%201/Revista%20completa%20Vol%203%20No.%201.pdf>

Herrero, J. (2022). *Estudio sobre la textura y dureza en productos alimenticios*. Revista de Ciencia Sensorial, 18(2), 123-134. <https://doi.org/10.1234/rcs.2022.56789>

Hurtado, Z. (2013). *Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) cultivada en Colombia*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrados Palmira, Universidad Nacional de Colombia.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2013). Manejo del cultivo de Sacha Inchi. Ministerio de agricultura y riego. Recuperado de: [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/509/1/Trip-Cultivo\\_Sacha\\_Inchi.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/509/1/Trip-Cultivo_Sacha_Inchi.pdf)

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2020). *Norma Técnica Peruana NTP 209.001:2020. Hamburguesas: Definición, composición y requisitos*. INACAL.

Jara, E., & Rueda, C. (2003). *Desarrollo de una técnica para la elaboración de pasta de chocho (Lupinus mutabilis) y conservación en anaquel y refrigeración* (Tesis de grado). Universidad [Nombre de la Universidad], Perú.

Pérez Porto, J., & Merino, M. (2020, enero 22). Hamburguesa: Qué es, definición y concepto. *Definición.de*. Recuperado de <https://definicion.de/hamburguesa/>

Lavy, A., (2016). *Utilización de carne de llama (Lama glama) y harina de kiwicha (Amaranthuscaudatus) en butifarra dulce*. [Tesis para optar el título de ingeniero en industrias Alimentarias]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2653>.

- Lawless, H. y Heymann, H. (2010) *Evaluación sensorial de los principios y prácticas de la ciencia de los alimentos*. Capítulo 1, segunda edición, Ithaca, Nueva York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Loza Del Carpio *et al.* (2016). *Incidencia de aves granívoras y su importancia como plagas en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el altiplano peruano*. *Bioagro*, 28(3): 139-150. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/613>
- Martínez-Mosqueira, E. A., Ruiz, K. B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I. S., Antognoni, F., Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M., Zurita-Silva, A., Bazile, D., Jacobsen, S.-E., & Molina-Montenegro, M. A. (2014). *Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change: A review*. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 349-359. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0195-0>
- Miriam M., Giovanna A., Gregório B., Margiotta, Mariana L., Amanda C. Marabesi, Sonia M., Carmen J., Contreras G. (2016). *Subproducto de piña y aceite de canola como sustitutos parciales de grasa en hamburguesas de carne de res bajas en grasa: efectos sobre la estabilidad oxidativa, el contenido de colesterol y el perfil de ácidos grasos*. *Science Direct, Ciencia de la Carne*, mayo 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.01.002>
- Montalvo Navarro *et al.* (2021). *Uso de un diseño de mezclas para el desarrollo de hamburguesas de carne de bovino, con un perfil nutricional mejorado con harina de linaza, pulpa de mango y ciruela deshidratada*. *Biotecnia vol.24 no.1 Hermosillo* doi: <http://dx.doi.org/10.18633/biotecnia.v24i1.1534>
- Murphy, K. S., & Matanguihan, J. (Eds.). (2015). *Quinoa: Improvement and Sustainable Production*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118628041>
- Navia N., Nina G., Mena-Gallardo, E. y Salcedo-Ortiz, L.; (2019). *Hidrólisis enzimática en harina de quinua y tarwi por efecto de  $\alpha$ -amilasa*. Vol. 17 No 1. doi: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1177>.
- Niño, R. M. V., Nogueroles, A. Z., & Vegas, C. (2017). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de lupinus mutabilis “tarwi” variedad

- Orellana, L. M., Sepúlveda, J. A. y Denegri, M., 2013. *Psychological meaning of eating meat, vegetarianism and healthy diet in university students: a natural semantic network study*. En: *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 4(1), pp.15–22. [https://doi.org/10.1016/S2007-1523\(13\)71988-8](https://doi.org/10.1016/S2007-1523(13)71988-8)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Informe anual 2024: Seguridad alimentaria y agricultura sostenible*. FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/home/es>
- Padrón-Pereira, C. A., Montes-Hernández, A. I., & Oropeza-González, R. A. (2014). *Semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow): Composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas*. *Revista VirtualPRO*. Recuperado de <http://www.rvcta.org>
- Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Vargas, E. A. (2020). *Caracterización de la harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y la harina de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) para su industrialización*. *Tayacaja*, 3(1). <https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>
- Pérez Ramos et al (2017). *Bocadito con alto contenido proteico: un extruido a partir de quinua (Chenopodium quinoa Willd.), tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) y camote (Ipomoea batatas L.)*. *Scientia Agropecuaria* 8(4): 377 – 38 doi: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.09>
- Quispe, E. (2015). *Redes sociales en el intercambio de semilla de tarwi (Lupinus mutabilis) en familias del municipio de Carabuco – departamento de La Paz* (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5575/T-2000.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rettig & Hen, (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Recuperado de: <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v42n2/art07.pdf>
- Ruiz Muñoz Luis, (2020). *Evaluación sensorial de hamburguesas al sustituir parcialmente carne y grasa de cerdo (Sus scrofa) por harina de tarwi (Lupinus mutabilis)*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Alimentario, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8243>



- Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J., & Rojas, R. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos en *Plukenetia huayllabambana* y *Plukenetia volubilis*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 67-78. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v79n1/a05v79n1.pdf>
- SENA (2018). *Aprovechamiento del pseudofruto de marañón de Vichada en obtención de bebida aclarada y hamburguesa vegetariana* [Manual de presentación de producto de innovación tecnológica] <https://hdl.handle.net/11404/7292>
- Sherwood, A., & Jacobsen, B. (2022). *Estudio sobre el contenido de grasa en la quinua*. *Revista de Nutrición y Salud*, 15(3), 123-135. <https://doi.org/10.1234/rns.2022.56789>
- Sergiy S., Adriano P., Rieke V., Christian K., Volker H. (2021). *Sustitución de carne en hamburguesas: puntuación nutricional, pruebas sensoriales y evaluación del ciclo de vida*. *Science Direct, Alimentos Futuros*, 4 de diciembre del 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100042>
- Salamanca. G., Reyes. L., Ososrio. M., Rodríguez. N. (2015). *Diseño experimental de mezclas como herramienta para la optimización de cremo lácteos de mango*. *Rev. Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. Colombia. 2:16 – 24.
- Urruzola. N., Santana. M., Gambaro. A (2018). *Aceptabilidad de una hamburguesa de carne vacuna y vegetales*. *Rev de Laboratorio Tecnológico de Uruguay* 15: 15-22
- Wang, S., Zhu, F., & Kakuda, Y. (2018). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, 265, 316-328. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v28i1.480>
- Zavaleta Sandoval, M. (2013). *Elaboración de pan labranza utilizando harina de torta de sacha inchi (plukenetia volubilis) como sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum) y evaluación de su calidad* [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Martín]. Repositorio Institucional de la UNSM [https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/539/1/TFAI\\_16.pdf](https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/539/1/TFAI_16.pdf)
- Zirena Marca (2014) *Evaluación del efecto escabídica del extracto Lupinus mutabilis sweet (Tarwi), para el tratamiento de la escabiosis, “Sarna Humana”, En pacientes del “Hospital Regional*

*Honorio Delgado*” [Tesis para obtener título de químico farmacéutico, Universidad Católica de Santa María] <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3432>

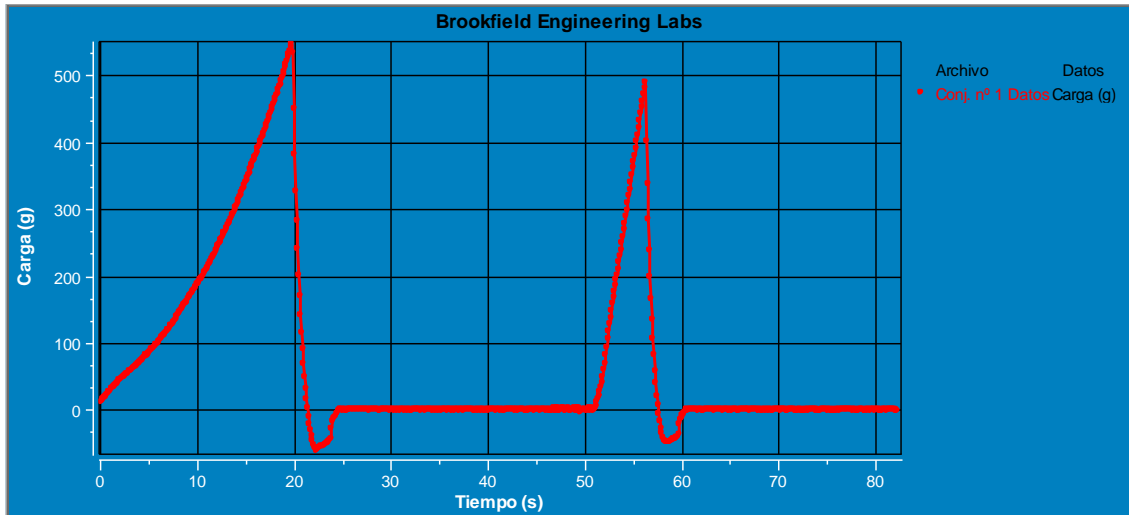
## VIII. ANEXOS

### ANEXO N.º 1: COMPOSICIÓN PROXIMAL PROMEDIO DE LA MATERIA PRIMA

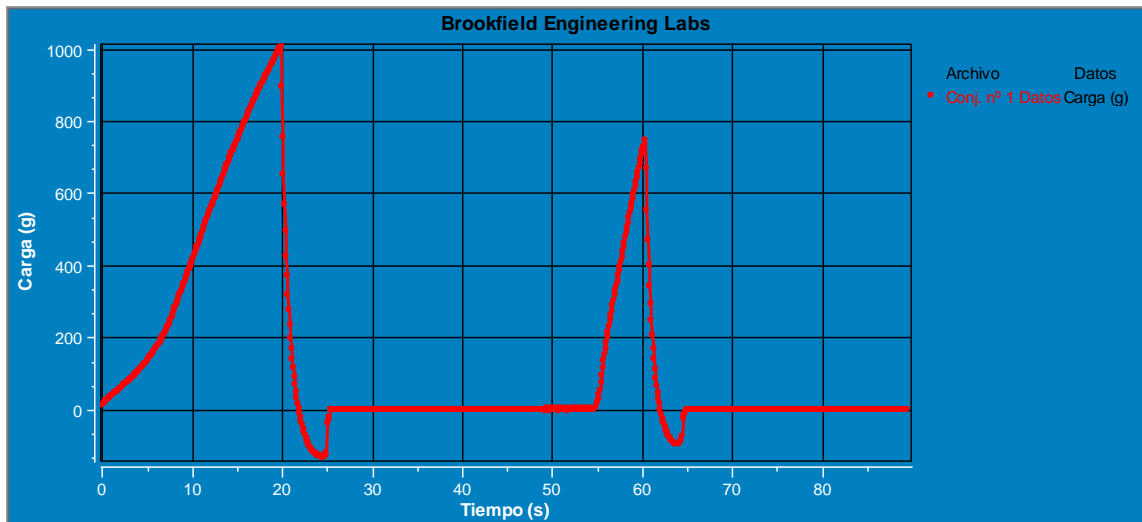
		<b>Parámetro</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Composición Proximal</b>	<b>Harina De Quinoa</b>	Humedad	11,60	11,51	11,27	<b>11,46</b>
		pH	6,10	6,42	6,10	<b>6,20</b>
		Acidez	0,09	0,083	0,084	<b>0,08</b>
		Grasa	12,738	12,080	11,3938	<b>12,07</b>
		Ceniza	2,996	2,914	3,021	<b>2,97</b>
		Proteína	15,687	15,584	15,728	<b>15,66</b>
		Carbohidratos	66,979	67,912	68,587	<b>67,82</b>
	<b>Harina De Tarwi</b>	Humedad	5,51	5,42	5,50	<b>5,48</b>
		pH	5,294	5,233	5,304	<b>5,27</b>
		Acidez	0,058	0,048	0,0241	<b>0,04</b>
		Grasa	4,7865	4,307	3,65790	<b>4,25</b>
		Ceniza	2,986	3,012	2,705	<b>2,90</b>
		Proteína	46,775	46,692	46,812	<b>46,76</b>
		Carbohidratos	39,33	40,015	40,596	<b>39,98</b>
	<b>Torta De Sacha Inchi</b>	Humedad	4,56	4,57	4,49	<b>4,54</b>
		pH	6,053	6,078	5,981	<b>6,03</b>
		Acidez	0,0568	0,0487	0,0502	<b>0,05</b>
		Grasa	45,236	45,556	43,991	<b>44,59</b>
		Ceniza	3,019	3,130	3,120	<b>3,09</b>
		Proteína	17,852	17,739	17,813	<b>17,80</b>
		<b>Carbohidratos</b>	<b>49,942</b>	<b>50,569</b>	<b>51,325</b>	<b>50,61</b>

Los valores mostrados en la siguiente tabla se obtuvieron mediante la realización de pruebas en los laboratorios del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (ITTA), como se muestran cada uno de los parámetros evaluados para 3 tratamientos y al final los valores del promedio para cada evaluación.

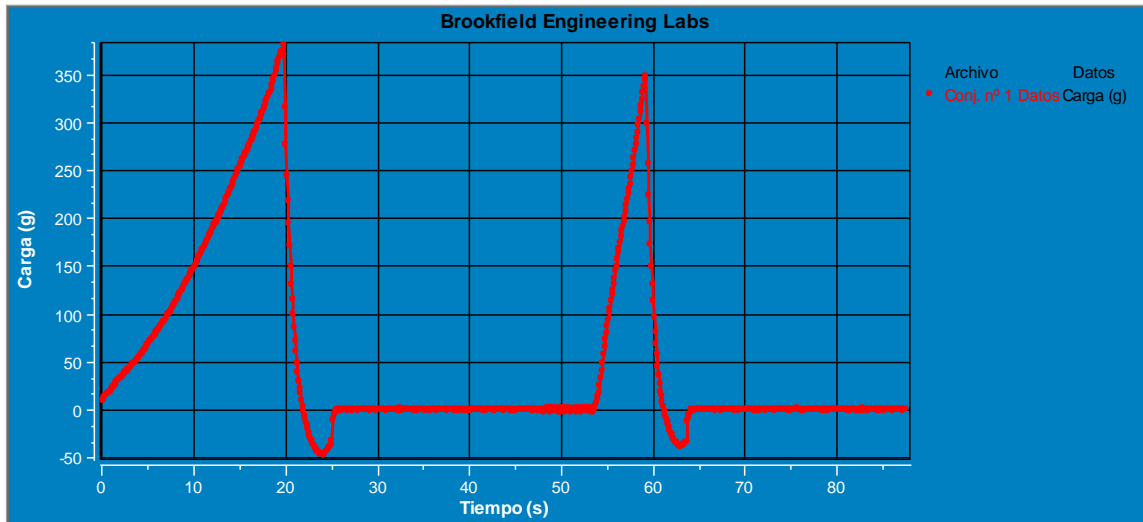
## ANEXO N.º 2: MEDICIONES CARGA VS TIEMPO -F4



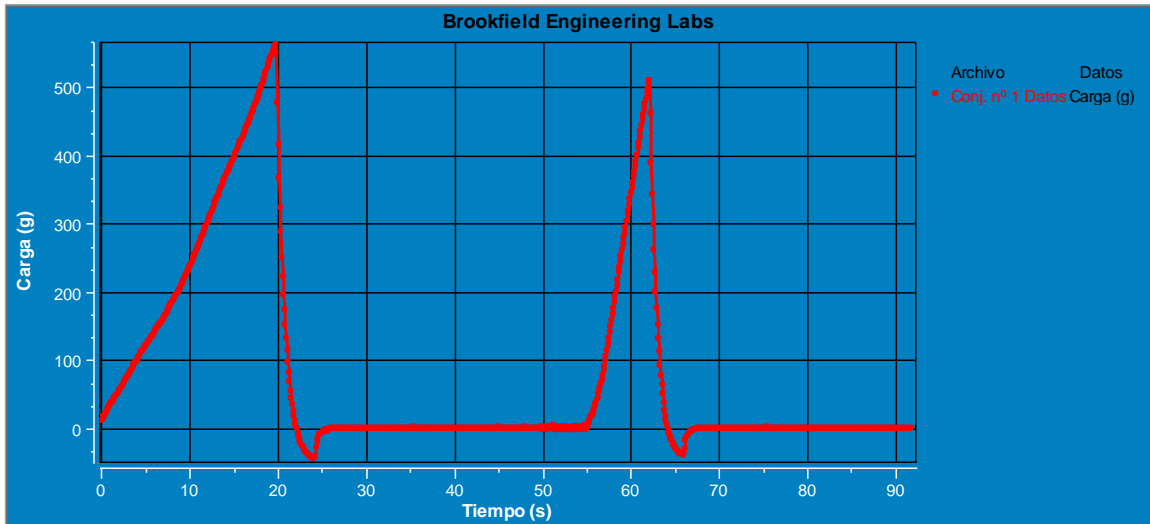
**DIA 0**



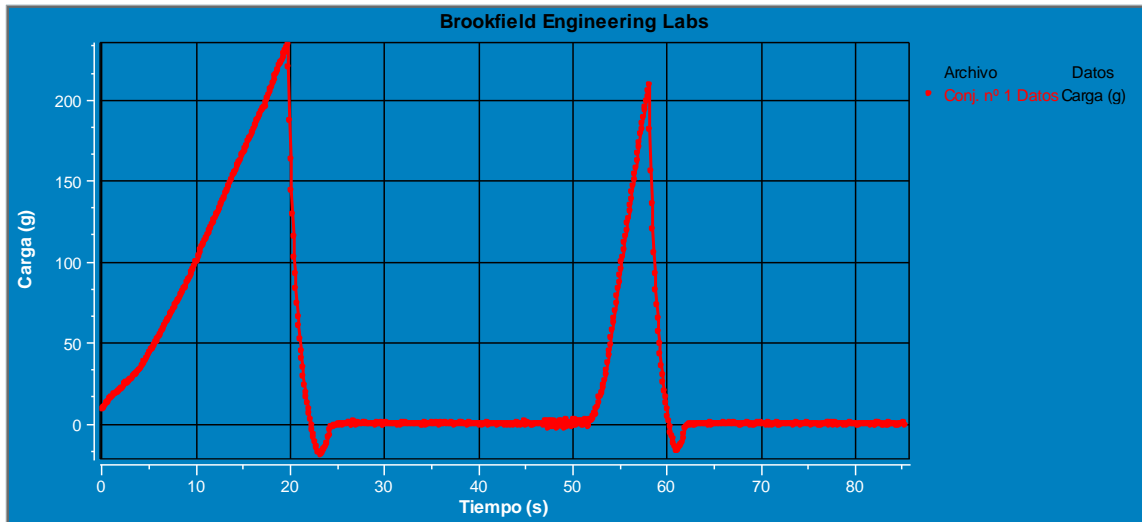
**DIA 2**



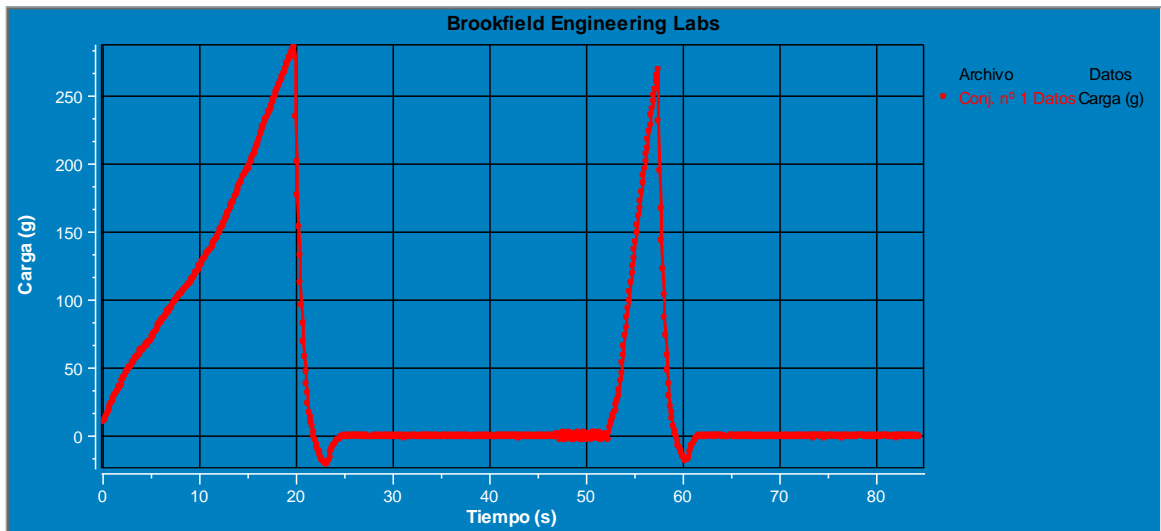
**DIA 4**



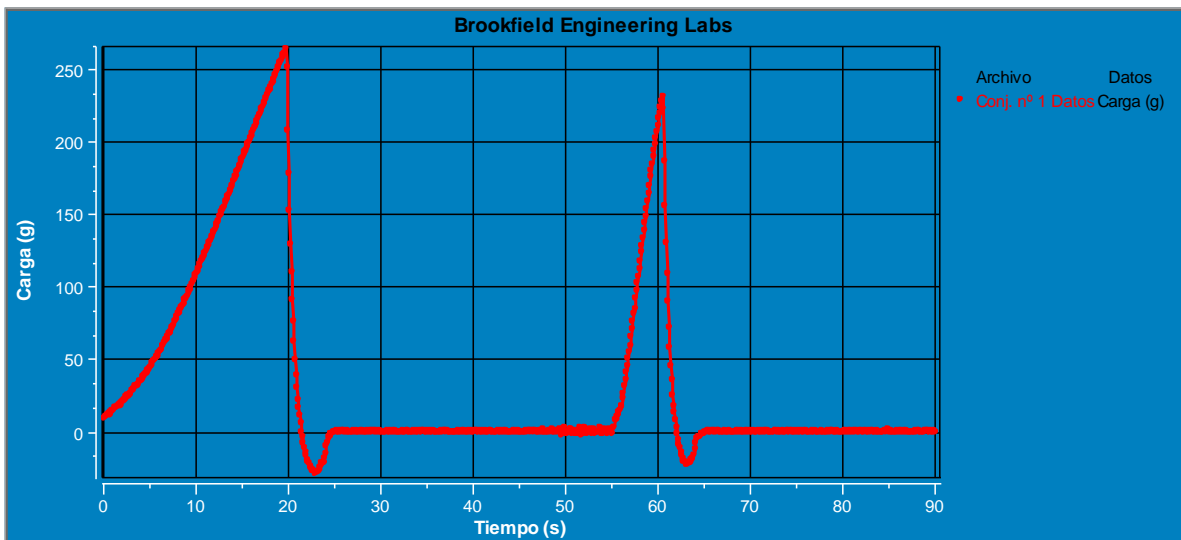
**DIA 6**



**DIA 8**



**DIA 10**



**DIA 12**

## INFORME DATOS

<b>Descripción Muestra</b>	
<b>Nombre Producto:</b> Día 10	<b>Notas:</b>
<b>Nombre de lote:</b> 1	
<b>Ejemplo:</b> 1	
<b>Dimensiones:</b>	
<b>Forma:</b> Cilindro	
<b>Longitud:</b> 15.00 mm	
<b>Anchura:</b> 0.00 mm	
<b>Altura:</b> 114.00 mm	
<b>Método Test</b>	
<b>Fecha:</b> 07/10/2024	<b>Hora:</b> 09:19:06 a.m.
<b>Tipo de Test:</b> APT	<b>Tpo. Recuperación:</b> 0 s
<b>Objetivo:</b> 10.0 mm	<b>Mismo activador:</b> Exacto
<b>Esperar t.:</b> 0 s	<b>Velocidad Pretest:</b> 2 mm/s
<b>Carga Activación:</b> 6.8 g	<b>Fr. Muestreo:</b> 10 puntos/seg
<b>Vel. Test:</b> 0.5 mm/s	<b>Sonda:</b> TA15/1000
<b>Velocidad Vuelta:</b> 0.5 mm/s	<b>Elemento:</b> TA-RT-KI
<b>Contador ciclos:</b> 2	<b>Celda Carga:</b> 4500g
<b>Resultados</b>	
<b>Ciclo 1 Dureza:</b>	264.0 g
<b>Deformación según Dureza:</b>	9.96 mm
<b>%Deformación según dureza:</b>	66.4 %
<b>Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:</b>	11.35 mJ
<b>Ciclo 1 Deformación Recuperable:</b>	0.76 mm
<b>Ciclo 1 Trabajo Recuperable:</b>	0.74 mJ
<b>Carga a objetivo:</b>	264.0 g
<b>Deformación a Objetivo:</b>	9.96 mm
<b>%Deformación según objetivo:</b>	66.4 %
<b>Pico Presión:</b>	254 N/m <sup>2</sup>
<b>Deformación en Pico de Carga:</b>	0.66
<b>Fuerza adhesividad:</b>	29.0 g
<b>Adhesividad:</b>	0.30 mJ
<b>Resiliencia:</b>	0.07
<b>Longitud Extensibilidad:</b>	0.76 mm
<b>Trabajo Extensibilidad Terminado:</b>	0.14 mJ
<b>Cantidad de Fracturas:</b>	0

## ANEXO N.º 3: INFORME DE DATOS DEL DIA FINAL DE LA VIDA UTIL

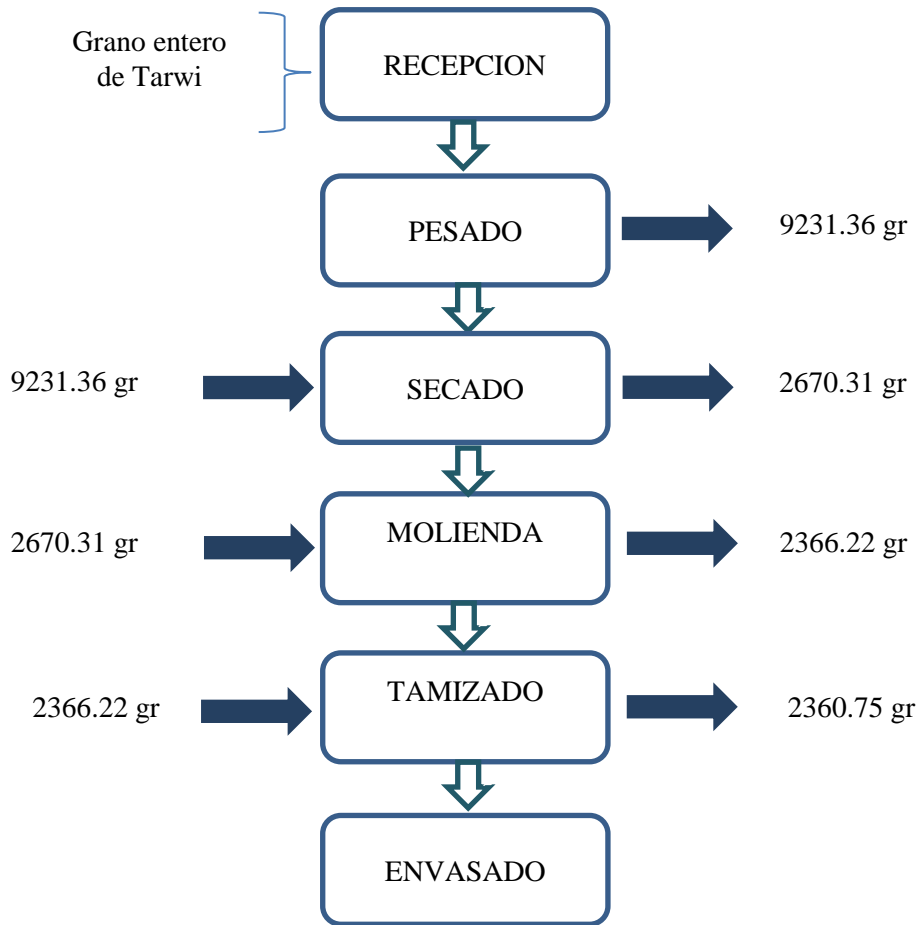


**ANEXO N.º 4: Análisis de Textura realizados a la hamburguesa óptima**



## ANEXO N.º 5: BALANCES DE MATERIA DE LA HARINA DE TARWI Y SACHA INCHI

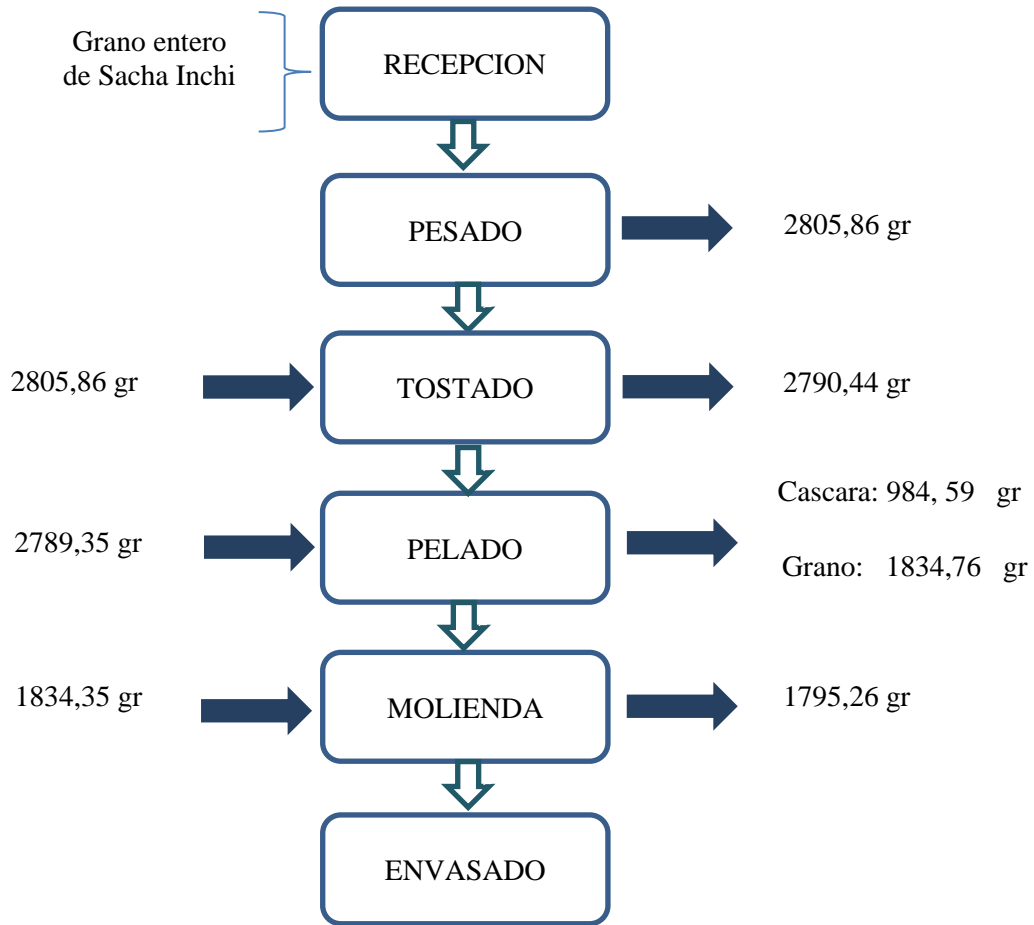
### 1. Balance de materia para obtener harina de tarwi



### RENDIMIENTO DE LA HARINA DE TARWI

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{2360,75}{9231,36} \times 100 = 25,57\%$$

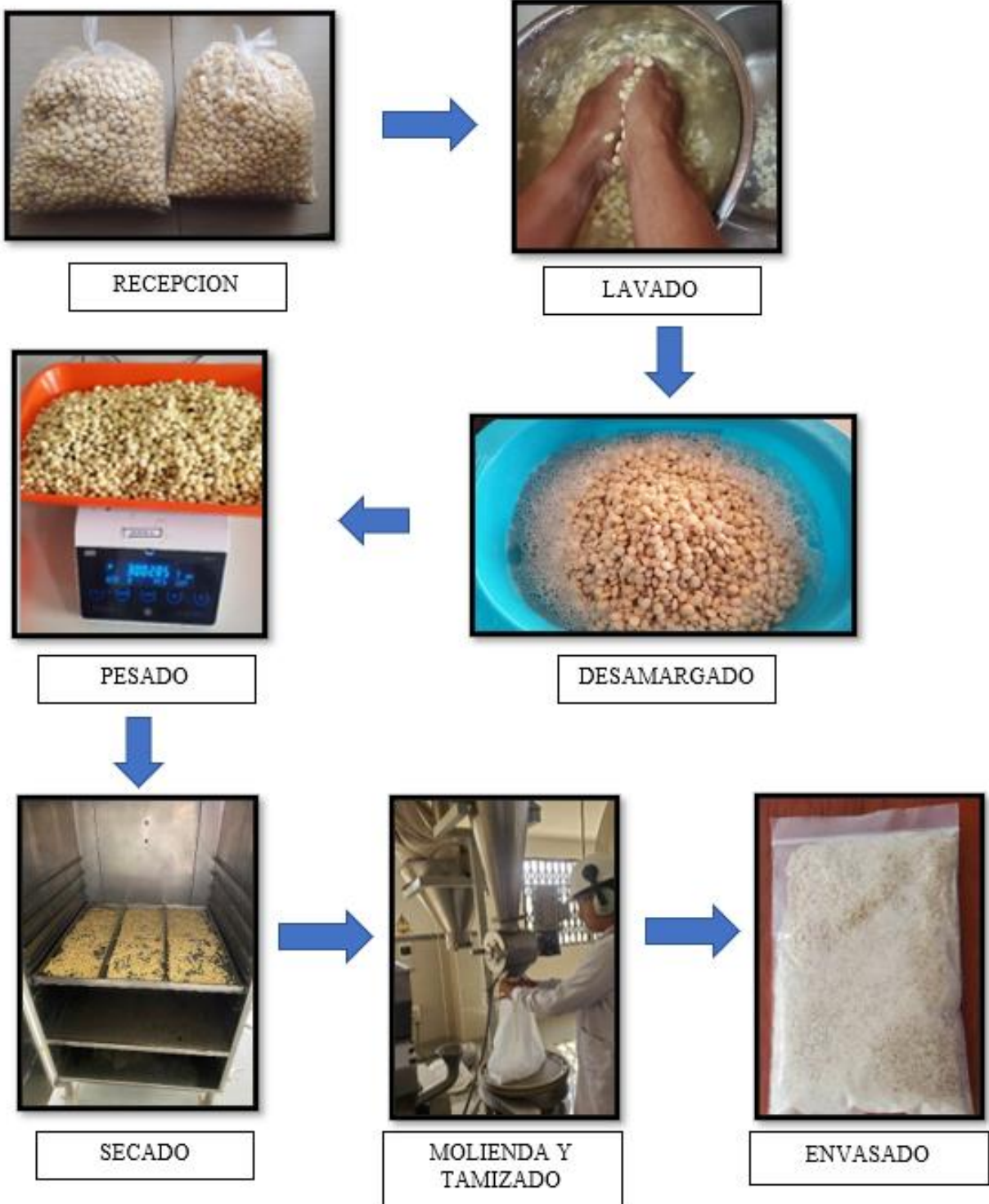
## 2. Balance de materia para la torta de sachá inchi



### RENDIMIENTO DE LA TORTA DE SACHA INCHI

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{1795,26}{2805,86} \times 100 = 63,98 \%$$

**ANEXO N.º 6: PROCESO DE OBTENCION DE HARINA DE TARWI**



**ANEXO N.º 7: PROCESO DE OBTENCION DE TORTA DE SACHA INCHI**



RECEPCION



PESADO



TOSTADO



PELADO

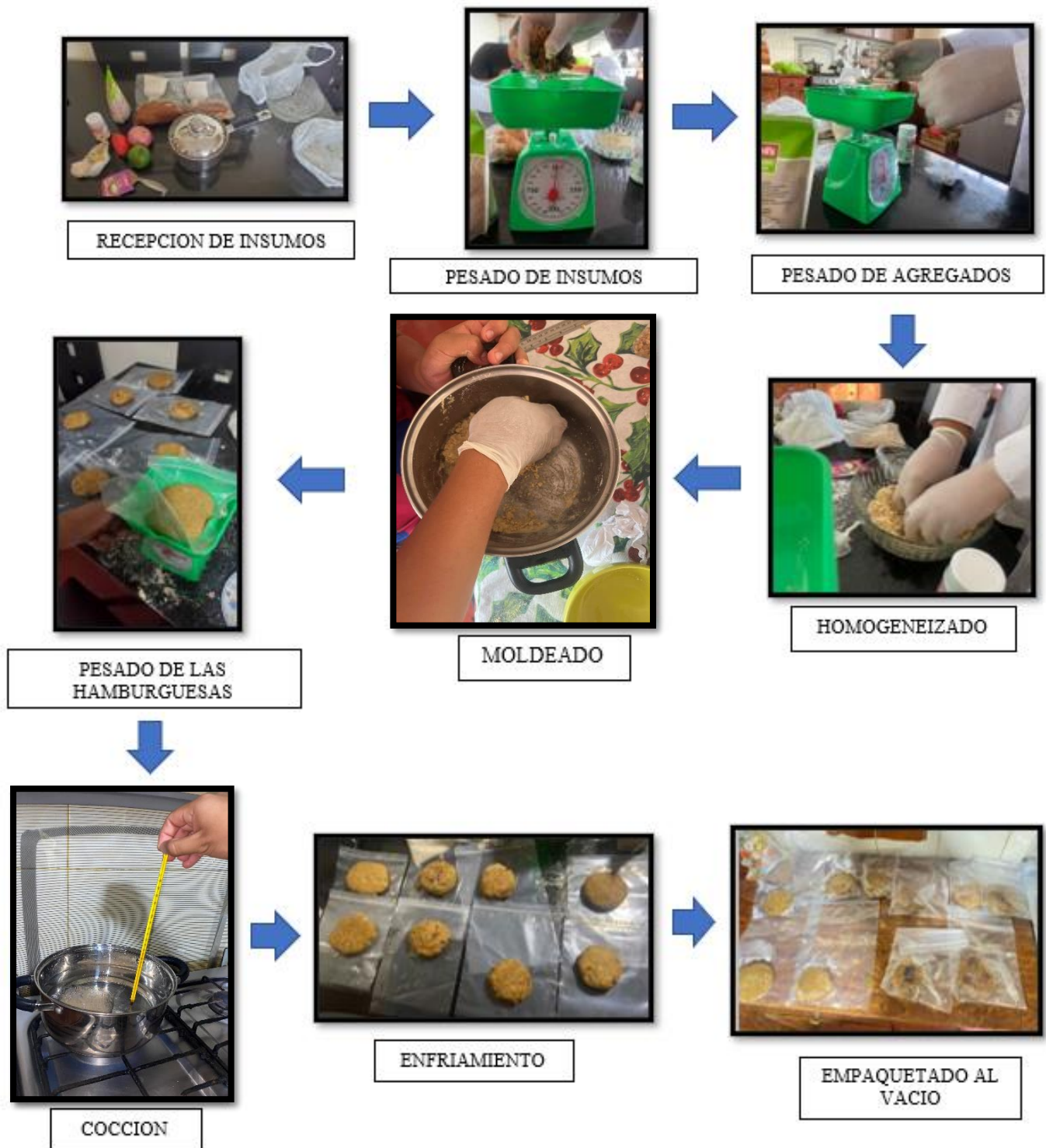


MOLIENDA



ENVASADO

## ANEXO N.º 8: PROCESO DE ELABORACION DE HAMBURGUESA VEGETAL





## ANEXO N.º 9: CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LOS ANÁLISIS DE MATERIA PRIMA Y HAMBURGUESA VEGETAL

### 1. Análisis para medir el índice de pH

#### Procedimiento

- Se calibra el potenciómetro con soluciones reguladoras de pH
- Se pesan 10 gramos de la muestra dentro de un vaso precipitado
- Se añaden a la muestra 15 ml de agua destilada para formar una pasta uniforme
- Se sumerge el electrodo en cada una de las muestras hasta que este quede cubierto en su totalidad
- Se espera hasta que el equipo estabilice y aparezca la palabra “Listo”
- Anotar los valores para cada muestra



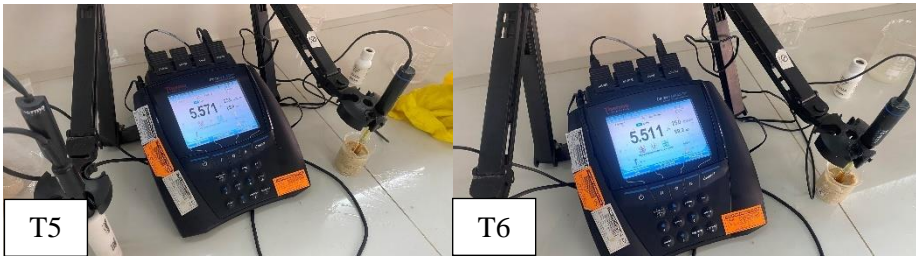
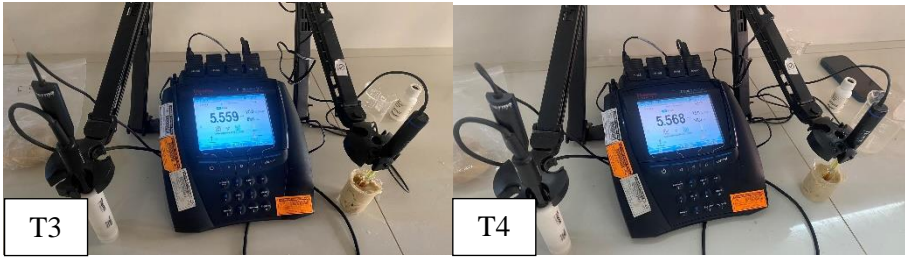
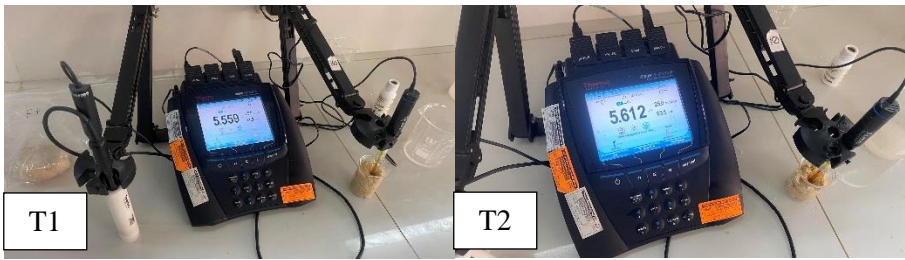
Anexo N° 10: Valores de pH - Harina de tarwi



Anexo N° 11: Valores de pH - Harina de quinoa



Anexo N°12: Valores de pH - Torta de sachu inchi



Anexo N.º 13: Valores de pH – Hamburguesa Vegetal

### 3. Análisis para medir el porcentaje de acidez

#### Procedimiento

- Pesar 18 gramos (Harina de quinoa, harina de tarwi y sachá inchi)
- Se diluye en 200 ml de agua destilada
- Someter a baño maría a 60° por 30 minutos
- Se filtra con la ayuda de una gasa o papel filtro en un matraz
- Se separa en varios recipientes y se adiciona 2 gotas del indicador fenolftaleína 1%
- Se titula con NaOH al 0.1N hasta que se logre observar una coloración rosa, por lo cual la agitación del matraz debe ser constante
- Anotar el gasto de NaOH y se le aplica la siguiente fórmula:

$$\%Acidez = \left( \frac{gasto_{NaOH} * N * M_{eq}}{gr\ muestra} \right) * 100$$

Donde:

$gasto_{NaOH}$ : Gasto de la titulación con NaOH

N: Normalidad del NaOH, es equivalente a 0,1

$M_{eq}$ : Mili equivalente del ácido sulfúrico para las harinas

$gr\ muestra$ : Peso de la muestra en gramos



*Anexo N.º 14: Preparación de muestras a baño maría*





*Anexo N.º15: Preparación de muestra para medir acidez en harina de tarwi*



*Anexo N.º 16: Preparación de muestra para medir acidez en harina quinoa*



*Anexo N.º17: Preparación de muestra para medir acidez en torta de sachu inchi*

#### 4. Análisis para determinar el porcentaje de humedad

##### Procedimiento:

- Pesar las placas Petri, secas y limpias
- Rotular cada una de ellas según el número de muestras (3)
- Pesar en la balanza 10 g de muestra a analizar
- Llevar la muestra a una estufa a una temperatura de 105°C por un tiempo aproximado de 3 horas
- Retirar pasado el tiempo y dejarla enfriar en una campana de desecación por 5 minutos
- Realizar los análisis por triplicado en base a las muestras
- Registrar el peso final en la tabla 19 y evaluar el % de humedad en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M - (M_2 - M_1)}{M} * 100$$

Donde:

$M$ : Peso de la muestra en gramos

$M_1$ : Peso de la placa Petri

$M_2$ : Peso final de la placa y la muestra



Anexo N.º 18: Muestras en campana de enfriamiento



Anexo N.º 19: Muestras secas

**Anexo N.º20: Evaluación de humedad y promedio porcentual de los tratamientos**

	HARINA DE TARWI			HARINA DE QUINOA			SACHA INCHI		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Peso del material de vidrio (Pv)	53,572	34,717	40,775	43,6047	42,3604	37,2290	44,187	44,2364	43,600
Peso de la muestra (Pm)	10,011	10,055	10,016	10,0263	10,0269	10,0164	10,0118	10,007	10,030
Peso final (Pf)	63,0316	44,2269	50,2398	52,4676	51,2331	46,1161	53,7418	53,7864	53,1798
Peso de la muestra Seca (Ps)	9,4596	9,5099	9,4648	8,8629	8,8727	8,8871	9,5548	9,55	9,5798
% Humedad	5,51%	5,42%	5,50%	11,60%	11,51%	11,27%	4,56%	4,56%	4,48%
Promedio del % de humedad		5,48%			11,46%			4,53%	

## 5. Análisis de determinación de grasas

### Procedimiento

- Pesar 3 gramos de la muestra en estado seco, se coloca la muestra dentro de una empaquetadura de papel filtro grapado y se coloca dentro de la cámara de extracción de equipo Soxhlet
- Agregar éter de petróleo (45 ml) aproximadamente dentro de los balones
- Se instala el equipo y se procede a verificar si los vasos están correctamente colocados
- Al recibir calor el solvente, se evapora y asciende a la parte superior en el cual se condensa y cae en forma de gotas sobre la muestra. Luego de alcanzar el nivel de llenado en la cámara de extracción, el solvente regresa al balón llevando consigo el extracto etéreo, a este proceso se le conoce como sifoneado. El tiempo aproximado del proceso es de 2 horas dependiendo mucho de la cantidad de gotas de arrastre por minuto del equipo y del contenido de grasa en la muestra.
- En la parte final de la recirculación, una parte del solvente puede recuperarse
- Retirar las muestras con el extracto etéreo y se procede a enfriarlo por un tiempo de 15 minutos
- Se reporta el % de grasa en las muestras en la tabla 20, en base a la fórmula

$$\% \text{ Grasa} = \left( \frac{e_2 - e_1}{M} \right) * 100$$

Donde:

$e_2$ : Peso del balón más la grasa

$e_1$ : Peso del balón vacío

$M$ : Peso de la muestra



Anexo N.º21: Muestras dentro del sistema de extracción SOXTEC

**ANEXO N.º22: Evaluación del nivel de grasa en los tratamientos**

	HARINA DE QUINOA			SACHA INCHI			HARINA DE TARWI		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Peso de la muestra (gr)	3,2187	3,1978	3,0420	3,1132	3,1399	3,0179	3,0147	3,0576	3,0892
Peso del balón vacío	27,2028	27,4639	27,5272	27,9281	28,0012	28,0001	27,7827	27,5669	28,0154
Peso de balón + extracto etéreo	27,6128	27,6502	27,5738	29,3364	29,4002	29,3277	27,9270	27,6986	28,1284
Extracto etéreo	0,410	0,1863	0,0466	0,4083	1,399	1,1276	0,1443	0,1317	0,113
% de grasa	12,7380	12,08018	11,3938	45,2364	44,5555	43,9908	4,7865	4,3072	3,657
Promedio de % de humedad		12,0707			44,5943			4,2506	

## 6. Análisis para la determinación de Cenizas

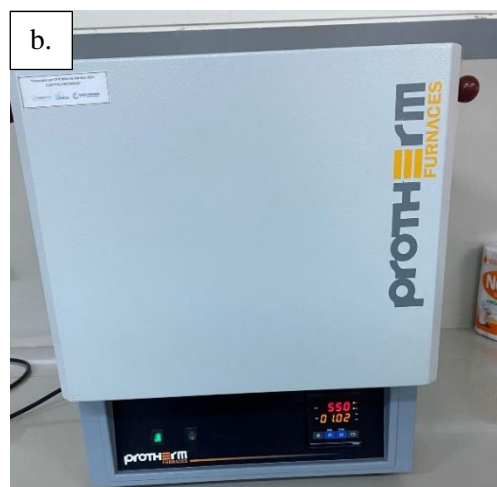
### Procedimiento

- Pesar los crisoles térmicos secos y limpios, anotar su peso
- Pesar en la balanza analítica 3 gramos de la muestra en el crisol
- Se realiza el proceso de incineración de la muestra en una cocina eléctrica hasta que se produzca la carbonización
- Colocar la muestra incinerada dentro de la mufla y calcinar a una temperatura de 550 a 600 °C por un tiempo aproximado de 3 horas, hasta observar que las cenizas tengan un color blanco o negro gris
- Retiramos las muestras de la mufla y se enfría en una campana de desecación por 30 minutos
- Se pesa el crisol con las cenizas en la misma balanza empleada para todo el proceso y se anotan los resultados, para determinar el % de cenizas se emplea la siguiente formula

$$\% \text{Ceniza} = \frac{M - (P_2 - P_1)}{M} * 100$$

Donde:

M: Muestra       $P_1$  : Peso del crisol       $P_2$ : Peso del crisol + Muestra



**Anexo N.º23: a. Proceso de incineración de muestras b. Muestras en mufla**

**Anexo N.º24: Evaluación del porcentaje de ceniza en los tratamientos**

	<b>HARINA DE QUINOA</b>			<b>SACHA INCHI</b>			<b>HARINA DE TARWI</b>		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<b>Peso de la muestra (gr)</b>	3,0042	3,0242	3,0504	3,0347	3,029	3,1009	3,0021	3,0153	3,063
<b>Peso de los crisoles</b>	47,7138	47,692	47,7139	43,2981	43,2895	43,309	45,035	45,089	45,145
<b>Peso de crisol + muestra</b>	47,7387	48,0238	47,8034	43,3445	42,9832	43,2509	45,0846	45,1004	46,2403
<b>% de Ceniza</b>	2,996	2,914	3,021	3,019	3,130	3,120	2,986	3,012	2,705
<b>% de Ceniza</b>		2,977			3,090			2,901	



## 7. Análisis para la determinación de proteína

### Procedimiento para valoración de HCl a 0,1 N

- Se pesan entre 0,21 y 0,23 gr de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en la balanza en un matraz
- Se le agrega 50 ml de agua destilada junto con 4 gotas de anaranjado de metilo
- Se titula el HCL que se encuentra en la bureta con un color inicial amarillo canario hasta un color amarillo anaranjado
- Finalmente se calcula la normalidad con 4 decimales empleando la formula

Para el HCl

$$N = \frac{W}{(Pmeq) \times ml \text{ de HCl gastado}}$$

En el cual:

W = gramos de Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> con sus cuatro cifras decimales

Pmeq = Peso miliequivalente de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> igual a 0,053

<b>Primera Muestra</b>	<b>Segunda Muestra</b>
$N = \frac{0,2191}{(0,053) \times 36}$	$N = \frac{0,2138}{(0,053) \times 35,1}$
N =0,1148	N =0,1149
<b>PROMEDIO</b>	0,1148

**Anexo N.º 25: Ilustraciones del proceso de valoración del HCL al 0,1 N**



Adición del HCl no valorado, concentrado al 37% con agua destilada



Enrasado con agua destilada hasta completar la fiola



Adición de anaranjado de metilo y titulación



Peso por duplicado de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  en la balanza (0,2191 y 0,2138)



Obtención de muestras con HCl gastado de 36 y 35.1)

### Procedimiento para determinación de proteínas (Método Kjeldahl)

- Se procede a pesar 1 gramo de cada muestra en la balanza para luego colocar cada muestra en los tubos de mineralización
- Se le adiciona 2 pastillas catalizadoras por muestra, dichas pastillas suelen estar conformadas de óxido de titanio y sales de cobre
- Se adiciona 15 ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) por muestra para luego pasar por el proceso de digestión a una temperatura de 400°C por una hora
- Se observa que la muestra presente un color verde esmeralda característico, lo que indica que el nitrógeno proteico se transformó en sulfato de amonio debido al ácido sulfúrico
- Luego de dicho proceso, se deja enfriar el tubo de mineralización en el destilador en el cual se le programa para que se añada NaOH (Soda Caustica) a una concentración del 40% y agua destilada, además de vapor.
- El amoniaco se libera y se arrastra por el vapor de agua hacia un matraz que contiene el líquido receptor (ácido bórico, 35 ml por muestra)
- Luego de este proceso ya se puede realizar la titulación del nitrógeno amoniacal, en el cual se emplea el ácido clorhídrico previamente valorado al 0,1 N. De dicha valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno obtenidos y con dicho equivalente el porcentaje de proteína en la muestra

$$\text{Porcentaje de proteínas (\%)} = \frac{(\text{ml}_{\text{muestra}} - \text{ml}_{\text{blanco}}) \times N \times 14.007 \times 100}{\text{gr}_{\text{muestra}}}$$

Donde:

ml<sub>muestra</sub> = gasto titulación de la muestra

ml<sub>blanco</sub> = gasto de titulación del blanco

N = normalidad

gr<sub>muestra</sub> = peso de la muestra

HARINA DE QUINOA			SACHA INCHI			HARINA DE TARWI		
1	2	3	1	2	3	1	2	3
15.687%	15.584%	15.728%	24.182%	24.739%	25.813%	46.775%	46.692%	46.812%
Promedio: 15.66			Promedio: 24.911			Promedio: 46.760		

**Anexo N°26: Ilustraciones del proceso para la obtención de proteínas (Método Kjeldahl)**



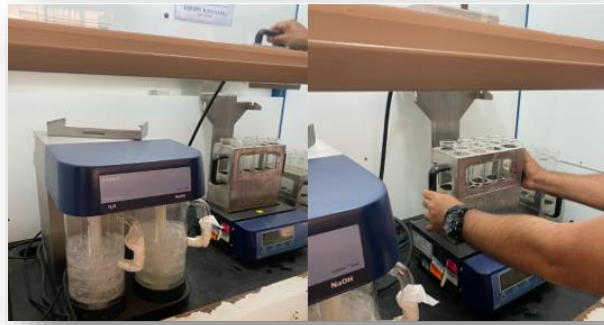
Pesado de cada una de las muestras



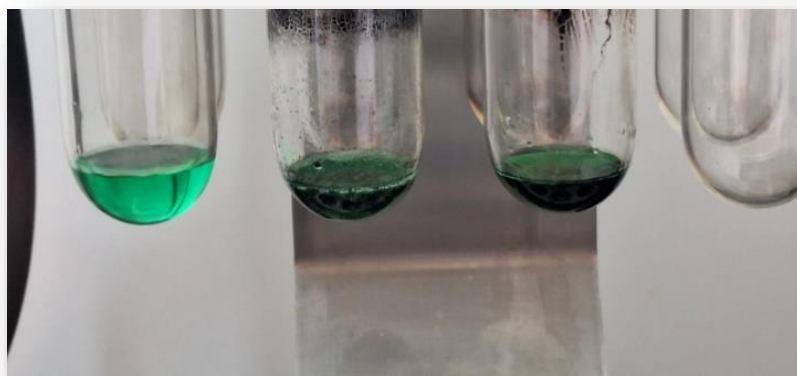
Adición de las pastillas catalizadoras



Adición de 15 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por muestra



Proceso de digestión a 400°C por 1 hora



Presencia de color verde esmeralda característico



Destilación de muestras con NaOH y agua destilada



Adición del receptor bórico a cada una de las muestras



Proceso de titulación hasta obtener color rojo carmesí en las muestras

## 8. Procedimiento para determinar los carbohidratos totales

Para la determinación de los carbohidratos totales se va a emplear el método de diferencia el cual tiene como formula

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (A + B + C + D)$$

Donde:

A: Contenido de humedad (%)

B: Contenido de proteína cruda (%)

C: Contenido de grasa (%)

D: Contenido de ceniza (%)

HARINA DE QUINOA			SACHA INCHI			HARINA DE TARWI		
1	2	3	1	2	3	1	2	3
66.979%	67.912%	68.587%	49.942%	50.569%	51.3251%	39.33%	40.015%	40.596%
Promedio: 67.826			Promedio: 50.612			Promedio: 39.981		

## ANEXO N.º 27: FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

“EVALUACION SENSORIAL Y VIDA UTIL DE UNA HAMBURGUESA VEGETAL ELABORADA A BASE DE HARINA DE TARWI (*LUPINUS MUTABILIS*), QUINOA (*CHENOPODIUM QUINOA*) Y SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS*)”

Apellidos y Nombres: .....

Edad: .....

Sexo: M ( ) F ( )

Instrucciones:

Ante usted tiene 13 tratamientos de una hamburguesa 100% vegetal, evalúe las muestras e indique en la escala de abajo cuanto le gusto o disgusto, donde **0** significa ‘**Me disgusta mucho**’, **5** es ‘**No me gusta ni me disgusta**’ y **10** es ‘**Me gusta mucho**’

I. Atributos

**Hamburguesa Vegetal: F1**

Atributo	Escala
Olor	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>0</span> <span>5</span> <span>10</span> </div>
Color	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>0</span> <span>5</span> <span>10</span> </div>
Sabor	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>0</span> <span>5</span> <span>10</span> </div>
Apariencia General	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>0</span> <span>5</span> <span>10</span> </div>

**NO DEBEN ESTAR TODAS LAS FICHAS DE LAS 13 HAMBURGUESAS**



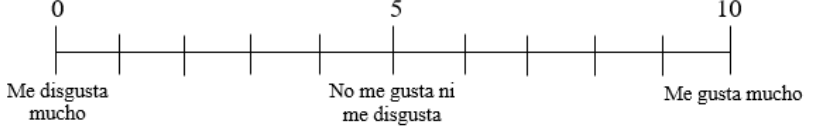
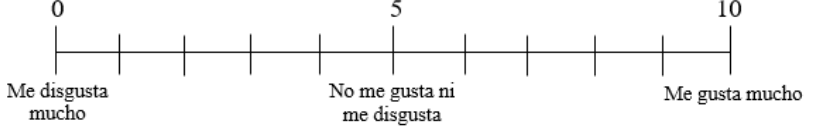
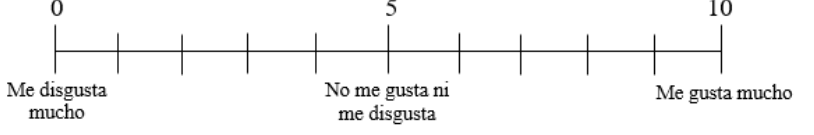
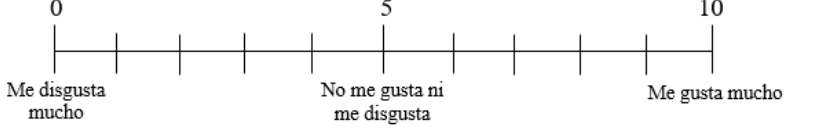
**Hamburguesa Vegetal: F2**

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

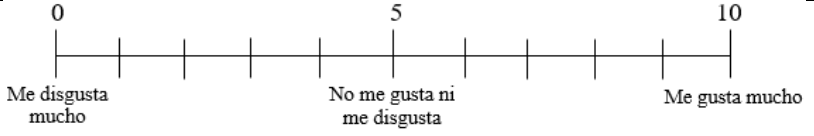
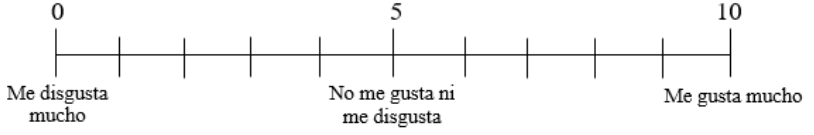
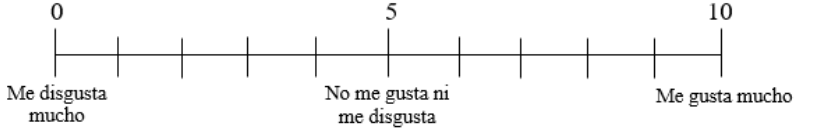
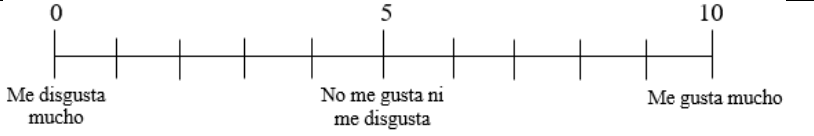
**Hamburguesa Vegetal: F3**

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

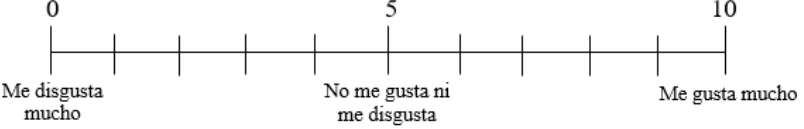
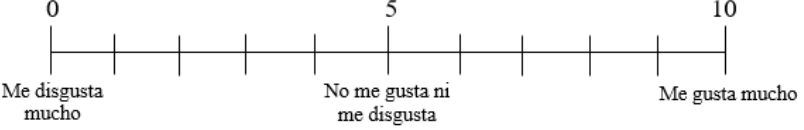
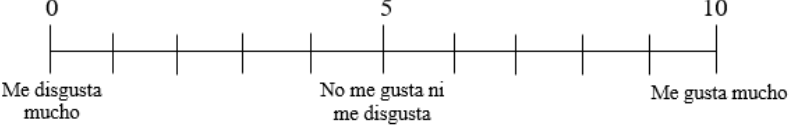
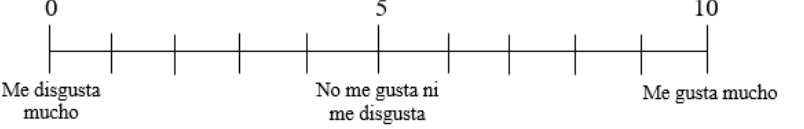
**Hamburguesa Vegetal: F4**

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

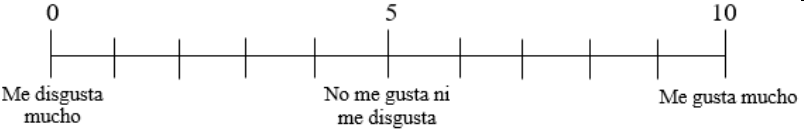
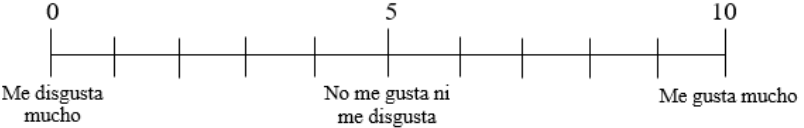
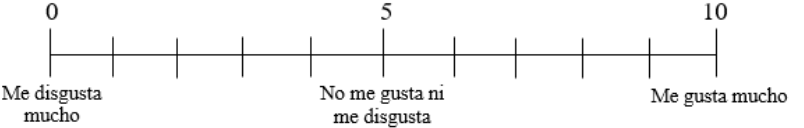
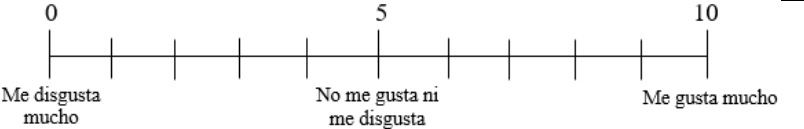
**Hamburguesa Vegetal: F5**

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

**Hamburguesa Vegetal: F6**

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

**Hamburguesa Vegetal: F7**

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

### Hamburguesa Vegetal: F8

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

### Hamburguesa Vegetal: F9

Atributo	Escala
Olor	
Color	
Sabor	
Apariencia General	

**Hamburguesa Vegetal: F10**

Atributo	Escala
Olor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Color	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Sabor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Apariencia General	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>

**Hamburguesa Vegetal: F11**

Atributo	Escala
Olor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Color	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Sabor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Apariencia General	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>

**Hamburguesa Vegetal: F12**

Atributo	Escala
Olor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Color	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Sabor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Apariencia General	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>

**Hamburguesa Vegetal: F13**

Atributo	Escala
Olor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Color	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Sabor	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>
Apariencia General	<p>0 5 10</p> <p>Me disgusta mucho No me gusta ni me disgusta Me gusta mucho</p>

II. Intención de compra

Con respecto a su conocimiento y opinión acerca de hamburguesas, indique usted si compraría dicho producto si lo encuentra en venta

0	5	10
Con certeza no lo compraría	Tal vez lo compraría	Con certeza lo compraría



**ANEXO N.º 28: PANELISTAS DE EVALUACION SENSORIAL**

