



---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**"DESARROLLO DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN A  
BASE DE HARINA DE KIWICHA GERMINADA (*Amaranthus  
caudatus*) Y ALMIDÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*)"**

**WITHTLE LENIN MONTES MENDOZA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Asesor: M.Sc. LENIN QUILLE QUILLE**



**JULIACA, PERÚ  
2024**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“DESARROLLO DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN A  
BASE DE HARINA DE KIWICHA GERMINADA (*Amaranthus  
caudatus*) Y ALMIDÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*)”**

Withttle Lenin Montes Mendoza

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille

Juliaca, 2024

## FICHA CATALOGRÁFICA

Montes, W. (2024). *Desarrollo de pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada (Amaranthus caudatus) y almidón de oca (Oxalis tuberosa)*. [Tesis de pregrado en ingeniería, Universidad Nacional de Juliaca]. Juliaca.

**AUTOR:** Witthtle Lenin Montes Mendoza

**TÍTULO:** Desarrollo de pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada (*Amaranthus caudatus*) y almidón de oca (*Oxalis tuberosa*).

**PUBLICACIÓN:** Juliaca, 2024

**DESCRIPCIÓN:** Cantidad de páginas (110 pp)

**NOTA:** Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias - Universidad Nacional de Juliaca.

**CÓDIGO:** 03-000029-03/M84

**NOTA:** Incluye bibliografía.

**ASESOR:** M.Sc. Lenin Quille Quille

**PALABRAS CLAVE:** almidón de oca, germinado, kiwicha, libre de gluten, pan de molde.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**“DESARROLLO DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN A BASE DE  
HARINA DE KIWICHA GERMINADA (*Amaranthus caudatus*) Y  
ALMIDÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Presentada por:**

**WITHTTLE LENIN MONTES MENDOZA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

**PRESIDENTE DE JURADO**



Mtra. Tania Jakeline Choque Rivera

**JURADO (secretario)**



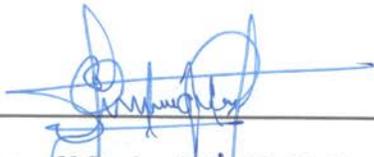
**2° MIEMBRO**

M.Sc. Roger Gómez Mamani

**JURADO (Vocal)**



**3° MIEMBRO**



**M.Sc. Lenin Quille Quille  
ASESOR DE TESIS**

NOMBRE DEL TRABAJO

**Desarrollo de pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada (Amaranthus caudatu**

AUTOR

**Withttle Lenin Montes Mendoza**

RECUENTO DE PALABRAS

**25985 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**133667 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**124 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 17, 2024 9:38 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 17, 2024 9:40 AM GMT-5**

### ● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA  
Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales  
Unidad de Investigación

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a Dios por ser guía de mi destino.

A mis queridos padres Silvano Montes y Angélica Mendoza por ser el pilar fundamental en mi vida, así también a mi compañera de vida Janneth así mismo a mis hermanos, hermanas, cuñados y cuñadas. Por darme lecciones de vida.

A ellos mi más profunda dedicatoria porque ellos son el pilar de mis metas.

## AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos:

- A mis padres Silvano Montes y Angelica Mendoza por apoyo constante y ser guía en cada paso que doy en esta vida, a la compañera de mi vida Janneth por haber llegado a mi vida cuando más lo necesitaba. Como a mis hermanos y hermanas que me apoyan en cuanto necesite en esta vida, cuñados y cuñadas por ser complemento familiar.
- A mi institución Universidad Nacional de Juliaca por su formación académica de calidad, y a mis docentes que me acompañaron a lo largo de mi carrera profesional.
- A mi asesor M.Sc. Lenin Quille Quille por sus enseñanzas y su aporte fundamental para la culminación exitosa de la presente investigación.
- A mis jurados D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilca, Mtra. Tania Jakeline Choque Rivera, M.Sc. Roger Gómez Mamani, por brindarme de conocimiento en mi etapa estudiantil y brindarme orientación y consejos.
- A los Ingenieros Herbert, Yimy, Elizabeth, Ernesto. Por brindarme el apoyo constante durante la ejecución de la presente investigación. En especial al Mag. Carlos Ricardo Hanco Cervantes por brindarme sus conocimientos y consejos, para la culminación de la presente investigación.
- A mis amigos Franklin, Adrián y Clinton por su grata compañía y apoyo.
- A todos y cada uno de ellos por ser eje fundamental para mi crecimiento profesional y humana.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2. OBJETIVOS .....	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos. ....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	5

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES .....	7
2.2. KIWICHA.....	8
2.2.1. Aspectos generales de la kiwicha. ....	8
2.2.2. Clasificación Taxonómica. ....	9
2.2.3. Variedades de kiwicha. ....	10
2.2.4. Kiwicha Variedad óscar blanco. ....	10
2.2.5. Producción de kiwicha.....	10
2.2.6. Composición proximal.....	11
2.2.7. Harina de kiwicha. ....	12
2.2.8. Granos germinados de kiwicha.....	13
2.3. OCA.....	14
2.3.1. Aspectos generales de la oca .....	14

2.3.2.	Clasificación taxonómica.....	15
2.3.3.	Variedades de oca. ....	15
2.3.4.	Oca variedad k'eny Rojo. ....	16
2.3.5.	Producción nacional de oca. ....	16
2.3.6.	Composición proximal de oca fresca.....	17
2.4.	Almidón .....	17
2.4.1.	Almidón de oca.....	17
2.5.	Celiaquía.....	18
2.5.1.	Diagnostico.....	18
2.5.2.	Tratamiento.....	19
2.6.	Gluten. ....	19
2.6.1.	Tipos de alimentos por su contenido de gluten.....	20
2.7.	Pan. ....	20
2.7.1.	Definición. ....	20
2.7.2.	Ingredientes importantes en la elaboración de pan .....	20
2.8.	Tipos de pan.....	23
2.8.1.	Pan de molde.....	24
2.8.2.	Características proximales de pan libre de gluten.....	25
2.8.3.	Análisis de perfil de textura de pan. ....	26
2.9.	Análisis sensorial .....	28
2.9.1.	Tipos de análisis sensorial. ....	28
2.9.2.	Medida del grado de satisfacción.....	28
2.9.3.	Apreciación hedónica. ....	29
2.9.4.	Friedman aplicada a un análisis sensorial de ordenamiento. ....	29

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.1.1.	Hipótesis general. ....	30
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	30
3.2.	ÁMBITO DE ESTUDIO .....	30
3.3.	MATERIALES .....	30
3.3.1.	Materia prima.....	30
3.3.2.	Insumos.....	31

3.4.	Equipos e Instrumentos.....	31
3.5.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	33
3.5.1.	ETAPA I: OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA Y HARINA DE KIWICHA GERMINADA.....	33
3.5.2.	ETAPA II: FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN A BASE DE HARINA DE KIWICHA GERMINADA Y ALMIDON DE OCA. .....	37
3.5.3.	Formulación propuesta .....	37
3.6.	DIAGRAMA EXPERIMENTAL.....	42
3.7.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS .....	43
3.7.1.	Análisis químico proximal de materias primas.....	43
3.7.2.	Análisis de propiedades físicas. (Análisis de perfil de textura TPA).....	43
3.7.3.	Evaluación sensorial .....	43
3.7.4.	Análisis químico proximal de pan de molde muestra control y pan de molde libre de gluten.....	44
3.7.5.	Determinación de gluten de pan de molde muestra control y tratamiento.....	44
3.7.6.	Determinación parámetros microbiológicos de pan de molde muestra control y pan de molde libre de gluten.....	44
3.7.7.	PARA EL PRIMER OBJETIVO.....	45
3.7.8.	PARA EL SEGUNDO OBJETIVO.....	45
3.7.9.	PARA EL TERCER OBJETIVO .....	46

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1.	ANÁLISIS PRELIMINARES DE MATERIAS PRIMAS.....	47
4.2.	DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA HARINA DE KIWICHA GERMINADA Y ALMIDÓN DE OCA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN.....	53
4.2.1.	Análisis de perfil de textura .....	53
4.3.	EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN CON ADECUADAS PROPIEDADES FÍSICAS... ..	59
4.4.	ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO A DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN CON MAYOR ACEPTABILIDAD SENSORIAL.....	63

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	CONCLUSIONES .....	68
5.2.	RECOMENDACIONES.....	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
	ANEXOS.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición proximal de granos de kiwicha .....	11
Tabla 2: Requisitos fisicoquímicos de la harina de kiwicha .....	12
Tabla 3: Composición químico proximal de harina de kiwicha .....	12
Tabla 4: Composición proximal de harina de kiwicha .....	13
Tabla 5: Composición proximal de grano y harina de kiwicha sin germinar y germinada.....	13
Tabla 6: Composición proximal de granos de kiwicha germinada .....	14
Tabla 7: Composición proximal de oca fresca .....	17
Tabla 8: Composición fisicoquímica y proximal de almidón de oca .....	18
Tabla 9: Requisitos fisicoquímicos de pan de molde .....	24
Tabla 10: Requisitos microbiológicos de pan molde .....	24
Tabla 11: Características proximales de diferentes panes libre de gluten .....	25
Tabla 12: Resultados de Perfil de textura de pan libre de gluten.....	27
Tabla 13: Formulación: para el desarrollo de pan de molde, control y libre de gluten .....	37
Tabla 14: Resultados químico proximales de harina de kiwicha sin germinar y germinada .....	47
Tabla 15: Resultados químico proximales de almidón de oca .....	51
Tabla 16: Resultados de perfil de textura (TPA) .....	53
Tabla 17: Resultados de la composición químico proximal de pan de molde de kiwicha germinada y almidón de oca y muestra control .....	63
Tabla 18: Contenido de gluten para pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca y muestra control .....	67
Tabla 19: Resultados microbiológicos de pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca y muestra control .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Granos de kiwicha. ....	9
Figura 2: Producción de kiwicha por año. ....	11
Figura 3: Oca variedad k'eny Rojo.....	15
Figura 4: producción de oca a nivel nacional.....	16
Figura 5: Diagrama de Flujo de obtención de almidón de oca.....	33
Figura 6: Diagrama de flujo de obtención de harina de kiwicha germinada.....	35
Figura 7: Diagrama de flujo de elaboración de pan de molde de muestra control.....	38
Figura 8: Diagrama de flujo de elaboración de pan molde libre de gluten.....	40
Figura 9: Diagrama experimental de la investigación.....	42
Figura 10: Comparativo de resultados químico proximal de harina de kiwicha sin germinar y germinada. ....	48
Figura 11: Intervalos de tratamientos vs. Dureza.....	54
Figura 12: Intervalos de tratamientos vs. cohesividad.....	55
Figura 13: Intervalos tratamientos vs. elasticidad.....	56
Figura 14: Intervalos tratamientos vs. gomosidad.....	57
Figura 15: Intervalos de tratamientos vs. masticabilidad.....	58
Figura 16: Intervalos de apariencia general.....	59
Figura 17: Intervalos de atributo color.....	60
Figura 18: Intervalos de atributo olor.....	61
Figura 19: Intervalos de atributo sabor.....	61
Figura 20: Comparativo de resultados químico proximal de pan de molde de muestra control y harina de kiwicha germinada y almidón de oca.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tablas estadísticas de la determinación de perfil de textura.....	78
Anexo 2. Tablas estadísticas de análisis sensorial .....	80
Anexo 3. Cartilla de análisis sensorial.....	84
Anexo 4. Datos de resultados de perfil de textura por triplicado.....	85
Anexo 5. Fotografías de proceso de obtención de almidón .....	87
Anexo 6. Fotografía de proceso de obtención de harina de kiwicha germinada .....	88
Anexo 7. Fotografía de proceso de elaboración de pan de molde .....	89
Anexo 8. Fotografías de análisis de perfil de textura. ....	90
Anexo 9: Fotografías de evaluación sensorial de tratamientos .....	91
Anexo 10. Puntuación de los 101 jueces .....	92
Anexo 11. Informe de laboratorio de laboratorio de harina de kiwicha .....	102
Anexo 12. Informe de laboratorio de harina de kiwicha germinada .....	103
Anexo 13. Informe de laboratorio de almidón de oca .....	104
Anexo 14. Informe de laboratorio de pan de molde muestra control .....	105
Anexo 15. Informe de laboratorio de pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca.....	106
Anexo 16. Extracto de la NTP-CODEX CXS 118 Norma relativa a los alimentos para régímenes especiales destinados a las personas intolerantes al gluten .....	107
Anexo 17. Extracto de la NTP 106.105 Granos Andinos: harina de kiwicha. Requisitos.....	108
Anexo 18. extracto de la NTP 206.004 2021 PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETERÍA. Pan de molde. Requisitos. ....	109

## RESUMEN

En la actualidad, va en crecimiento la búsqueda de nuevos tratamientos; para personas con celiaquía y la necesidad innovativa de introducir nuevos productos como la kiwicha y el almidón de oca, en la industria de la panificación; Para ofrecer una dieta libre de gluten. El objetivo de la investigación fue desarrollar pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada y almidón de oca, evaluando sus propiedades físicas, sensoriales y químicas proximales. Se desarrolló 4 tratamientos T1 (8.50%, 41%), T2 (11% 38.4%), T3 (6.50%, 42.90%), T4 (5.0%, 44.40%) de harina de kiwicha germinada y almidón de oca respectivamente y una muestra control (100% harina de trigo) bajo el método directo. Se determinó sus propiedades físicas como el perfil de textura bajo el método de 1-TPA – 500N mediante un texturometro, el análisis estadístico (ANOVA) mostró que los tratamientos con mejores características, fueron T2, T3, T4. Se evaluó la aceptabilidad sensorial, con 101 jueces no entrenados. Bajo 5 puntos de la escala hedónica a los atributos de; apariencia general, color, olor y sabor; mediante la prueba de Friedman. se demostró que el tratamiento T4 tuvo mejores atributos sensoriales con una media de 3.5 aceptable. Finalmente, se analizó los parámetros fisicoquímicos, proximales y microbiológicos. Donde T4 obtuvo proteínas (4.45%), humedad (31.90%), grasa (10.33%), fibra cruda (0.56% base seca), carbohidratos (51.38%), Ceniza (1.94%) y energía (316.29 Kcal/100g). Acidez 0.06 %, contenido de gluten 0 mg/Kg. Y valores <100 UFC para *Bacillus cereus* y para mohos <10. Se concluye que las formulaciones influyen en sus propiedades físicas y el tratamiento T4 presento mejores resultados en las pruebas físicas, sensoriales, químico proximales y microbiológicos. Cumpliendo los parámetros exigidos por la NTP 206.004 2021. Y la NTP-CODEX CXS 118 2017, además con el desarrollo del producto sin gluten se beneficia directamente con un tratamiento a la población celiaca.

**Palabras clave:** almidón de oca, germinado, kiwicha, libre de gluten, pan de molde.

## ABSTRACT

Currently, the search for new treatments is growing; for people with celiac disease and the innovative need to introduce new products such as kiwicha and goose starch, in the baking industry; To offer a gluten-free diet. The objective of the research was to develop gluten-free bread based on germinated kiwicha flour and goose starch, evaluating its physical, sensory and proximal chemical properties. 4 treatments were developed T1 (8.50%, 41%), T2 (11% 38.4%), T3 (6.50%, 42.90%), T4 (5.0%, 44.40%) of germinated kiwicha flour and goose starch respectively and a standard sample (100% wheat flour) under the direct method. Its physical properties were determined, such as the texture profile, under the 1-TPA – 500N method using a texturometer. The statistical analysis (ANOVA) showed that the treatments with the best characteristics were T2, T3, T4. Sensory acceptability was evaluated with 101 untrained judges. Under 5 points of hedonic scale to the attributes of; general appearance, color, odor and taste; using the Friedman test. It was shown that treatment T4 had better sensory attributes with an acceptable mean of 3.5. Finally, the physicochemical, proximal and microbiological parameters were analyzed. Where T4 obtained proteins (4.45%), moisture (31.90%), fat (10.33%), crude fiber (0.56% dry basis), carbohydrates (51.38%), Ash (1.94%) and energy (316.29 Kcal/100g). Acidity 0.06%, gluten content 0 mg/Kg. And values <100 CFU for *Bacillus cereus* and <10 for molds. It is concluded that the formulations significantly influence their physical properties and the T4 treatment presented better results in the physical, sensory, proximal chemical and microbiological tests. Complying with the parameters required by NTP 206.004 2021. And NTP-CODEX CXS 118 2017, In addition, the development of a gluten-free product directly benefits the celiac population with treatment.

**Keywords:** goose starch, sprouted, kiwicha, gluten free, sliced bread.

## INTRODUCCIÓN

La celiacía es una enfermedad en donde el intestino tiene dificultades para asimilar el gluten, lo que provoca una inflamación cuando se consumen productos que contienen este componente.

La celiacía se caracteriza por la intolerancia al gluten, una proteína formada por los aminoácidos prolina y glutamina. El gluten está presente en cereales como el trigo, la cebada, el centeno y la avena, donde se presenta en formas específicas como la gliadina, la hordeína, la secalina y la avenina.

La industria de la panadería está experimentando un crecimiento significativo y en consecuencia, se enfrenta a la necesidad de adecuarse a la demanda del consumo en este sector. Esto implica satisfacer de manera efectiva las necesidades de nutrición y contribuir al mantenimiento de un estilo de vida más saludable. En el contexto peruano, en su mayoría los productos de panificación se procesan con harina de trigo, como ingrediente principal; lo que deja insatisfecha a una parte considerable de la población celiaca que busca alternativas libres de gluten. Existe una demanda latente de panes que no solo sean libres de gluten, sino que también cuenten con excelentes características sensoriales y nutricionales adaptados a las necesidades fisiológicas de este grupo específico (Zegarra, 2018).

La adición de almidón de oca es una opción aceptable en el desarrollo de pan libre de gluten ya que mejora la extensibilidad de la masa, disminuye la dureza; mejora el volumen adoptando una miga más uniforme y sin fracturas (Campos, Vicente, Chanona, Espino, y González, 2021).

Carrion (2018) describe al que almidón es un producto versátil con múltiples usos en la actualidad y su aplicación se incrementa constantemente en todo el mundo. Además, es el primer producto estable químico y fácilmente identificable derivado de la actividad fotosintética de las células, las cuales contienen pigmentos clorofílicos este compuesto se encuentra presente en una amplia gama de alimentos; desde cereales hasta tubérculos como papas, camotes, ocas y ollucos, entre otros productos agrícolas. Desde un punto de vista químico la fundamental molécula del almidón es un poli-alfa-1,4-glucósido, y su formación molecular es altamente compleja.

La kiwicha Por las propiedades nutricionales de la planta entera y su excelente resistencia al suelo y clima seco, es el cultivo con mayor potencial de desarrollo tecnológico en los Andes de regiones altiplánicas y la costa de América (Matias *et al.*, 2018).

Según los datos, la quinua cocida tiene una mayor digestibilidad de proteínas que la quinua germinada, y la kiwicha cocida también supera a la germinada con un 81,31% de digestibilidad. Esto indica que, cuando se consumen alimentos que han sido sometidos a un proceso de germinación, el cuerpo logra una mejor síntesis de las proteínas. (Casanave y Ruiz 2022).

Diagnosticado la enfermedad celiaca el principal tratamiento efectivo es llevar una alimentación estricta libre de gluten. De esta manera las personas diagnosticadas, recuperan la estructura del intestino y remiten la sintomatología. por eso es importante el desarrollo de nuevos productos libre de gluten para incluir a las personas con enfermedad celiaca (FACE, 2009).

Basándome en la información previa, es fundamental destacar el objetivo principal: desarrollar pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada y almidón de oca como ingredientes principales. Este estudio tuvo como principal objetivo determinar el efecto de estos ingredientes en las propiedades físicas del pan de molde libre de gluten, así como evaluar sus características sensoriales. Además, se busca analizar las propiedades químico proximales del producto final.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

#### 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Baldera *et al.* (2020), El estudio determinó que la prevalencia de la enfermedad celíaca entre las personas de 18 a 29 años en 26 ciudades urbanas de Perú es similar al promedio mundial, siendo aproximadamente 1 de cada 100 habitantes. Esto indica una creciente demanda de productos sin gluten para este sector de la población. No obstante, se observa una baja producción de estos alimentos en la industria de panadería, ya que las investigaciones se enfocan principalmente en el uso de almidón de maíz y arroz.

Se sabe que en la región de Puno, la producción consumo y procesamiento de kiwicha son bajos en comparación con otras regiones como Apurímac, Ancash, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Cusco, La Libertad y Lambayeque, según lo reportado por MINAGRI (2020). Además, la transformación de la kiwicha en diversos productos alimenticios es limitada Sin embargo; es importante destacar el valor nutricional de este grano debido a su alto contenido de proteínas en comparación con otros alimentos. Según Casanave y Ruiz (2021), indican que cuando los granos como la quinua, kiwicha y cañihua germinan, su valor nutricional en términos de minerales, proteínas y grasas mejora, a diferencia de los granos cocidos. La excepción es la proteína en la cañihua. También se ha notado que la digestibilidad mejora en los granos cocidos de quinua y kiwicha, y en los germinados de cañihua.

Asi tambien es importante destacar los beneficios de la oca asi como lo menciona Jiménez, Rossy y Sammán, (2015) que el almidón es el componente principal de la oca, con 60% de su peso seco. Fuente de proteína y fibra dietética se han encontrado cantidades significativas de fructooligosacáridos. La oca de color amarillo anaranjado es rico en carotenoides, y la variedad de color rojo rosado contiene antocianinas; derivados del ácido cafeico. Vainílico y cinámico, así como flavonas; y tiene mayor cantidad de calcio hierro, riboflavina y ácido ascórbico. Gracias a estos nutrientes, la oca presenta diversas actividades biológicas, como

actividad antioxidante que nos ayuda a la prevención de problemas digestivos, como el estreñimiento y la diarrea.

La producción de oca en Perú enfrenta varios desafíos, por que la oca se cultiva en pequeñas áreas, principalmente para el consumo propio, a pesar de los desafíos que enfrentan los agricultores, como la falta de acceso a crédito por parte de las instituciones estatales y la insuficiencia de vías de transporte, lo cual dificulta el proceso productivo. A pesar de estas dificultades, la oca es el segundo tubérculo más cultivado en los Andes sudamericanos, después de la papa. Y ha sido parte de la alimentación en el sur del Perú, cultivan oca en pequeñas áreas para diversificar su producción; utilizando el excedente para la venta en forma de tubérculo y como "Khaya" (Santivañez, 2019).

Por lo tanto, es importante explorar nuevas opciones de procesamiento de kiwicha y oca en la industria de la panificación; como el pan de molde. para beneficiar a la población de la región altiplánica esto nos hace plantear los siguientes interrogantes:

- ¿Cuál será el efecto de la harina de kiwicha germinada y almidón de oca sobre las propiedades físicas en el pan de molde libre de gluten?
- ¿Cuál será la aceptabilidad sensorial del pan de molde libre de gluten con adecuadas propiedades físicas?
- ¿Cuál será la composición química proximal y microbiológico de pan de molde libre gluten con mayor aceptabilidad sensorial?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General.**

- Desarrollar pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada y almidón de oca, evaluando sus propiedades físicas, sensoriales, químico proximal y microbiológico.

### 1.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar el efecto de la harina de kiwicha germinada y almidón de oca sobre las propiedades físicas de pan de molde libre de gluten.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial del pan de molde libre de gluten con adecuadas propiedades físicas.
- Analizar la composición químico proximal y microbiológico de Pan de molde libre de gluten con mayor aceptabilidad sensorial.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

La incidencia de la enfermedad celíaca está en aumento y lamentablemente, la población afectada enfrenta dificultades diarias para acceder a alimentos libres de gluten y ricos en proteínas, especialmente en la industria de la panificación. Todos los estudios médicos subrayan que la única forma de manejar esta condición es a través de una dieta estrictamente libre de gluten. Dado que el trigo es un componente común en numerosos alimentos, especialmente en la industria de la panificación, surge una creciente necesidad de encontrar alternativas para esta población y producir alimentos libres de gluten.

Este estudio se enfocó en el desarrollo de pan de molde libre de gluten utilizando harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) germinada y almidón de oca (*Oxalis tuberosa*). El objetivo es ofrecer a las personas con celiaquía una nueva opción en la industria de la panificación, dado que las cifras en el Perú se comparan con las del ámbito mundial. Álvarez, Arendt y Gallagher (2010) resaltaron la importancia de incrementar el valor nutricional de alimentos libres de gluten a base de pseudocereales como la kiwicha, quinua y trigo sarraceno, los cuales tienen un perfil nutricional excepcional. No obstante, la oferta de estos productos sigue siendo reducida. Contar con productos sin gluten que incluyan pseudocereales sería un paso importante para garantizar una ingesta adecuada de nutrientes en personas con celiaquía. Según, Artica (2020), el consumo promedio de pan en el Perú es considerablemente alto, con un estimado de 35 kg por persona al año, y se esperaba el incremento a los 50 kg por persona al cierre del año 2020, lo que representaría un aumento del 43%. Esto demuestra una demanda creciente de productos libre de gluten, como el pan de molde elaborado con harina de kiwicha germinada, debido a su alto valor nutricional y mejor digestibilidad.

durante el proceso de germinación, así como el uso del almidón de oca. Esta innovación no solo proporciona variedad a la población, sino que también fomenta el desarrollo de nuevas opciones y promueve la diversificación de la oferta.

Además de satisfacer las necesidades de los consumidores, la innovación en el desarrollo de este producto agrega valor a los granos andinos y los tubérculos, incentivando a los agricultores de la región de Puno a ampliar sus cultivos y beneficiándolos directamente.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Campos *et al.* (2021), estudiaron los parámetros fisicoquímicos, reológicos, estructurales y sensoriales de pan inglés sin gluten; Adicionando (6,6%, 13,2%, 19,8% y 26,4%) de almidón de oca pregelatinizada, se resalta que las muestras con adición de (6,6% y 13,2%) mejoraron la textura del producto. Los resultados que hallaron en el análisis de perfil de textura de Dureza (15.64 – 33.21N), Cohesividad (0.83-0.89), Adhesividad (0.01-0.03) Elasticidad (0.81-0.95); y parámetros nutricionales: Humedad (25.49-28.9), Proteína (5.35-7.32), Grasa (5.35-8.86), Ceniza (1.81-2.06), Fibra (0.89-1.34), Carbohidrato (53.94-58.06). Y la aceptabilidad sensorial con 80 jueces no entrenados y aplicando la metodología hedónica de 5 puntos donde 1 me desagrada mucho y 5 me agrada mucho; mostraron que posee mejor aceptación es la que contiene 13.2% de adición de almidón de oca pregelatinizada.

Bazán (2019), estudió la elaboración óptima del pan para celíacos con harina de arroz, Maíz y garbanzo. entre sus objetivos evaluó la aceptación de un pan sin gluten a partir de harina de maíz garbanzo arroz por el método de escala no estructurada a 114 panelistas, cuyos resultados mostraron una aceptabilidad de 4.0 – 7.1 de 10 puntos, resaltando entre sus conclusiones que la aceptabilidad es proporcional a las materias primas utilizadas.

En la investigación de Zegarra (2018), en donde elaboró pan a base de harina de cañihua y fécula de yuca, libre de gluten variando la mezcla de (cañihua (7.6, 8.3 y 9.5% ), fécula de yuca (15.4, 19, y 21% ), suero de leche 3.8% y goma Xantána 0.6 y 1.2%. determinó de propiedades químico proximal, mediante métodos AOAC. Obteniendo como resultado un contenido de grasa 12,63%, cenizas 12,58%, fibra dietaria 1,97%, carbohidratos 5,34%, humedad 67,52% y de 75%; energía total (Kcal/ 100g) 433,82 en base seca y en base húmeda; obtuvo proteínas 11,22%, grasa 11.17%, cenizas 1.71%, fibra dietaria 4,74%, carbohidratos 59,94% y humedad de 20,96%; energía total (Kcal/ 100g) 365,17 concluyendo que posee buen perfil nutricional. En cuanto a la aceptabilidad sensorial determino una

media de 4.64 según la escala hedónica de 5 puntos. Así también determino sus propiedades físicas mostrados en la tabla 12.

Esquivel y Cayro (2018), realizaron un estudio de investigación de un pan sin gluten a base de harinas de arroz, soya y lenteja malteada, donde determinaron parámetros proximales mediante métodos de AOAC y NTP considerados por el laboratorio. Obteniendo como resultado 29.49%, humedad 7.68%, proteínas 51.23%, carbohidratos 8.78%, grasa 0.91%, ceniza 1.98%, fibra y calorías 314.7 Kcal. Y recuento de mohos y levaduras <10 concluyendo que el pan elaborado aporta niveles nutricionales altos y la lenteja malteada posee propiedades funcionales.

Jérez (2017), desarrolló una investigación de elaboración de pan integral de quinua y amaranto, determinó la composición proximal utilizando métodos descritos de AOAC. De los cuales resalta los siguientes resultados: 2.37% de cenizas, 9.10% de proteína, 30.6% de humedad, 10.9% de grasa, 6.79% de fibra dietética total, 40.2% de carbohidratos totales, con un valor energético de 295 kcal por cada 100 g. recuento de mohos <10 concluyendo que encontraron valores superiores en comparación a productos del mercado.

## **2.2. KIWICHA**

### **2.2.1. Aspectos generales de la kiwicha.**

La kiwicha o amaranto es reconocida con nombres diferentes, dependiendo de la Región en el Perú como: achita, coimi achis, coyo, Lo mismo en Bolivia como: coimi. millmi y Así también en Argentina como: Incapachaqui, trigo de inca, etc. (Sumar, 1993).

La superficie cultivada de kiwicha, un grano andino, se ha reducido ligeramente debido a la resistencia cultural, la falta de conocimiento del mercado y su uso directo para alimentación humana y animal. La kiwicha se adapta bien a alturas entre 1500 y 3300 metros sobre el nivel del mar, pero también puede crecer a nivel del mar y en zonas tropicales. Es una planta susceptible al frío y la humedad excesiva, pero tiene la ventaja de tolerar la escasez de agua y el calor. En Perú, la mayor producción de kiwicha se encuentra en las provincias de Cusco, Ayacucho, Arequipa, Ancash, Huánuco, Cajamarca y Junín (Pérez, 2010).

La kiwicha se considera como uno de los alimentos principales de la época de los incas, de los pocos, equivalente trascendente como la papa y el maíz. La kiwicha es un falso grano,

porque no pertenece a la familia de las gramíneas, pero las semillas producidas pueden ser molidas para hacer harina y usar como cultivo de cereales (Repo-Carrasco, 2014).

Matias *et al.* (2018), mediante su estudio de los usos actuales del amaranto, indican que la kiwicha incluye alrededor de 70 especies; 40 de las cuales son nativas del continente americano y el resto de Australia, África, Asia y Europa. especie que han despertado gran interés como plantas cultivadas en los últimos años se utiliza en varias partes del continente por su alto valor nutricional de sus hojas y semillas. La kiwicha se considera uno de los pseudocereales más ricos en nutrientes y se utiliza En maneras diferentes, haciendo caramelos sólidos con semillas o bebidas. Harina básica, es conocido por la FAO como el grano con mayor potencia técnico para las áreas andinas y costa de América por sus aporte nutricionales toda la planta y las características de su excelente resistencia a suelos y climas secos.

La kiwicha, grano que posee partes muy importantes como el epispermo es; la cubierta seminal constituida células muy finas, endospermo es la segunda capa, el embrión está constituido por cotiledones, que presenta mayor proporción de proteína y perisperma capa interna compuesta en su mayoría por almidón (Peña, 2010).



**Figura 1: Granos de kiwicha.**

### **2.2.2. Clasificación Taxonómica.**

La kiwicha es una especie cultivada en México, Centroamérica, Ecuador, Perú, Bolivia y el norte de Argentina. contiene una cantidad considerable de aminoácidos, como: la glicina, serina, leucina y lisina, y contiene un 15% de proteínas, lo que ofrece buenas posibilidades para mejorar la nutrición humana y debe mezclarse con otros cereales para el consumo (Pérez, 2010).

Y Posee la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: *Vegetal*

División: *Fanerogama*

Clase: *Dicotiledoneae*

Orden: *Centrospermales*

Género: *Amaranthus*

Especie: *caudatus, cruentus e hypochondriacus*

Familia botánica: *Amaranthaceae*

Nombre común: *kiwicha*

FUENTE: (Pérez, 2010).

### **2.2.3. Variedades de kiwicha.**

Las variedades más reconocidas a nivel nacional según Asociación de Productores de Kiwicha (2009).

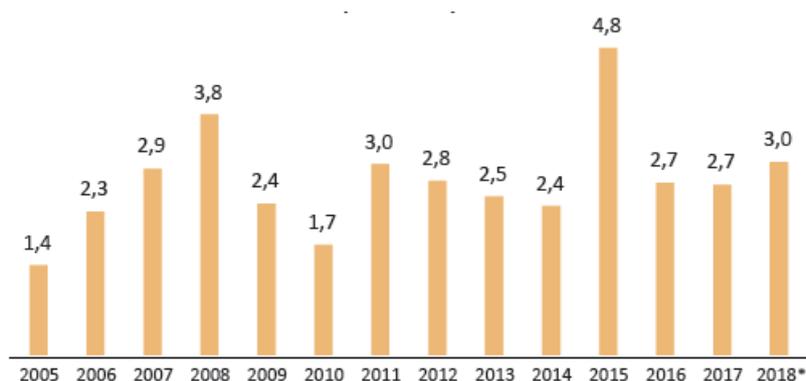
- Noel Vietmeyer: Son de granos de coloración rosada, no usado como leguminosa.
- Oscar Blanco: Son de granos de coloración blanca.
- Centenario: Son de granos de coloración blanco, (y es la variedad más cultivada).
- INIA 413: Puede lograr un gran rendimiento.
- Chullpi: Granos de clasificación reventón, apropiados en cocción en seco.
- Alan García: Son de tamaño pequeño y susceptible a las enfermedades.

### **2.2.4. Kiwicha Variedad óscar blanco.**

Sus granos son blanco y se utiliza como pseudocereales, examinado por el ingeniero Oscar Blanco Galdós y en que en su honor la variedad kiwicha lleva su nombre esta variedad es una variedad muy importante en el procesamiento de expandidos, con un rendimiento de hasta más 80% (Guardia, 2020).

### **2.2.5. Producción de kiwicha.**

La producción a nivel nacional de kiwicha se denotó variable en la última década, en el año 2008 se alcanzó los 3.8 mil toneladas y en el año 2015 superaron las 4 mil toneladas pese a no mantener un ritmo creciente, se estimaba que para el año 2018 la kiwicha se recuperará con más de 3 mil toneladas, se observó un aumento de 10% en la producción respecto al 2017 son siete regiones las que producen kiwicha, siendo la principal el departamento de Apurímac con el 46% de la producción consiguientemente Cusco y Arequipa que producen el 19% y 16%, respectivamente (MINAGRI, 2018).



**Figura 2: Producción de kiwicha por año.**

FUENTE: MINAGRI, (2018).

### 2.2.6. Composición proximal.

*Amaranthus caudatus* conocido generalmente como kiwicha, considerada como pocas especies multipropósito, son cultivos de pseudocereales que proporcionan semillas con alto valor nutritivo. La kiwicha es una fuente de proteínas,  $\beta$ -caroteno, vitaminas, minerales y fibra. El almidón de kiwicha tiene un uso prometedor por su alto solubilidad y ser más digestible, en comparación con el trigo, el arroz y la avena, los granos de almidón no poseen gluten y tienen más de 30% de proteína y un conjunto completo de aminoácidos, ofreciendo nuevas opciones para el procesamiento (Martínez *et al.*, 2020).

**Tabla 1: Composición proximal de granos de kiwicha**

Componente	AUTODEMA (1999)	Reyes <i>et al.</i> (2017)	Vega (2013)	Chamorro (2018)	Repo- Carrasco (1992)
Energía Kcal	428	351	NE	NE	NE
Humedad (%)	0.7	9.2	9.5	11.85	NE
Proteína (%)	14.5	12.8	16.2	16.59	14.5
Grasa (%)	7.8	6.6	9.1	8.57	6.4
Carbohidrato (%)	74.3	69.1	65.9	72.04	71.5
Fibra (%)	3	9.3	6.6	6	5
Ceniza (%)	2.7	2.3	2.2	2.79	2.6

NE=No estudiado.

### 2.2.7. Harina de kiwicha.

Es el producto obtenido a partir de la molienda de los granos de la kiwicha (*Amaranthus caudatus*), que fueron sometidos al procesamiento de trituración, reduciendo a determinado grado de granulometría para los diferentes usos destinados (INACAL, 2020).

Producto procesado a base de kiwicha clasificado y/o seleccionado, con proceso de desinfección. exentos de impurezas que se procesan mediante la molienda y en algunos casos la cocción hasta formar la harina; que puede ser fortificada y/o enriquecida con vitaminas y minerales (Yupanqui, 2023).

Kiwicha molida o harina de kiwicha, Se pueden utilizar en repostería (galletas, caramelos, tortitas, dumplings, bollos, y como sustituto de la harina de trigo, se puede utilizar la mezcla de trigo kiwicha (80/20) para elaborar panes que leudan muy bien y por tanto tienen un mayor valor nutrición alto (Repo-Carrasco, 2014).

**Tabla 2: Requisitos fisicoquímicos de la harina de kiwicha**

Componente	Unidad	Valor	
		Mínimo	Máximo
Humedad	%	-	12,0
Proteína	%	10,0	-
Ceniza	%	3,0	-
Grasa	%	4,0	-
Fibra cruda	%	2,0	-

FUENTE: INACAL (2020).

**Tabla 3: Composición químico proximal de harina de kiwicha**

Componente	Valor
Energía (Kcal)	352
Proteína (g)	12.2
Calcio (mg)	214
Fósforo (mg)	370
Hierro (mg)	5.3
Tiamina	0.11
Riboflavina	0.11

FUENTE: Reyes *et al.* (2017).

**Tabla 4: Composición proximal de harina de kiwicha**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Energía Kcal	331,69
Proteína %.	10,49
Grasa %.	2,23
Carbohidrato %.	73,92
Fibra %.	1,29
Calcio mg.	459,31
Fosforo mg.	77,84
Hierro mg.	6,3
Tiamina mg.	0,003
Riboflavina mg.	0,14
Niacina mg.	0,87

FUENTE: Asociación de Productores de Kiwicha (2009).

### 2.2.8. Granos germinados de kiwicha.

Los granos germinados, también denominados brotes, son parte de una alimentación más sana al proporcionarnos nutrientes mas digeribles por el cambio ocurrido durante la germinación. Los granos germinados tienen valores nutricionales superiores a las secas. Como vitaminas, minerales y aminoácidos, pueden multiplicarse durante la germinación ( Bravo, Gómez, Sánchez y Huapaya, 2013).

**Tabla 5: Composición proximal de grano y harina de kiwicha sin germinar y germinada**

<b>Componente</b>	<b>Grano de kiwicha sin germinar</b>	<b>Harina de kiwicha germinada</b>
Humedad (%)	9.98	5.68
Proteína (%)	14.45	16.45
Grasa (%)	8.36	8.29
Fibra (%)	8.46	9.5
Ceniza (%)	2.68	3.18

FUENTE: Bravo, Gómez, Sánchez y Huapaya (2013).

**Tabla 6: Composición proximal de granos de kiwicha germinada**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Proteína (%)	15.18
Grasa (%)	2.98
Ceniza (%)	4.26
Digestibilidad (%)	81

FUENTE: Casanave y Ruiz (2022).

## **2.3. OCA**

### **2.3.1. Aspectos generales de la oca**

La oca, clasificado como tubérculo de los andes de origen peruano, cultivado entre 3200 a 3900 metros sobre el nivel del mar, contiene proteína, carbohidrato y primordialmente vitamina C. Se consume principalmente sancochada, de aspecto dulce y agradable sobre todo si se deja al sol (Yenque *et al.*, 2007).

La oca suele crecer a alturas de 3000 a 4000 m s.n.m.; y este tubérculo es originario de la sierra del Perú, pudiendo crecer tanto en ambientes cálidos como frescos, la mayor variedad esta presente en las ciudades de Cusco y Ayacucho en Perú, como en las tierras altas de Bolivia; Franco (como se cito en Cajamarca, 2011).

En Puno, la oca es el tubérculo con más número de semillas sembradas y cosechadas de la región es de importancia en los Andes; solo después de la papa también cabe señalar que la oca se encuentra fácilmente en las regiones de Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú y Bolivia, donde crece en altitudes entre 2450 y 4000 metros sobre el nivel del mar. La elevación máxima donde se concentran muchas parcelas y el mayor rendimiento se encuentra entre los 300 y 3800 m s.n.m.; donde el clima es fresco pero con precipitaciones suficientes (más de 600 mm) y sin heladas (Tapia y Fries, 2007).



**Figura 3: Oca variedad k'eny Rojo.**

### **2.3.2. Clasificación taxonómica.**

Cruz (2018), sostiene que la oca es considerada un cultivo de tipo perenne, que experimenta crecimiento compacto: alcanzando alturas hasta de un metro, cultivo que se desarrolla en comunidades y zonas de la región altoandina de toda Sudamérica. Consecuentemente cita a Cronquist (1981) quien determina a la Oca dentro de la familia Oxalidáceae, cuya clasificación taxonómica se presenta de la siguiente manera:

Reino: Plantae,

Division: *Magnoliophita*,

Clase: *Magnoliopsida*.

Subclase: *Rosidae*.

Orden: *Geraniales*.

Familia: *Oxalidaceae*.

Genero: *Oxalis*.

Especie: *Oxalis tuberosa* **Molina**.

FUENTE: Cronquist (1981).

### **2.3.3. Variedades de oca.**

Peru Ecologico (1999), en su nota informativa, indican que existen más 50 variedades de oca y la mayor cantidad de germoplasma existente se registra en Perú; en las regiones de cuzco donde se registra más de 390 accesiones, así como en las regiones de puno y Huancayo. Así mismo se encuentra en Ecuador. En Perú las variedades más comunes son:

- Zapallo oca: Tubérculos de color amarillo.
- Chachapea oca: Tubérculos de tonalidad gris y sabor dulce.
- Paucar oca: Tubérculos rojos con un sabor dulce

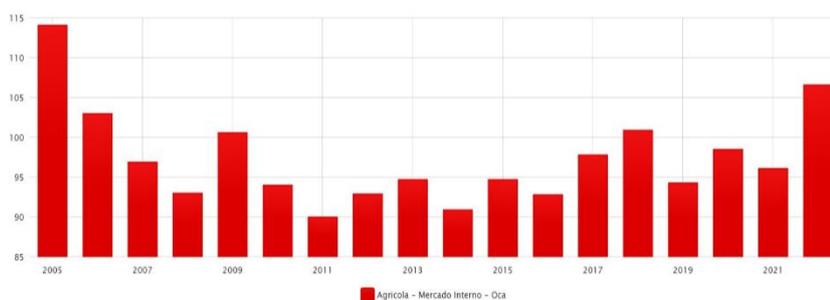
- Mestiza oca: Tubérculos de color blanco
- Nigro oca: Tubérculos de tono oscuro,
- Luncho oca: Tubérculos blancos y amargos, empleados en la elaboración de chuño.
- Huari chuchu: Tubérculos muy largos y rojos.
- Silla achacana: Tubérculos amarillos con rayas.
- Lluchu gorra: Tubérculos rosados que desprenden su piel.
- Kheni harinosa: Tubérculos de un amarillo muy intenso, casi naranja.
- Uma huaculla: Tubérculos grandes, rojos con brotes negros.

#### 2.3.4. Oca variedad k'eny Rojo.

El desarrollo de la variedad de oca “INIA 407 K'eny Rojo” se llevó a cabo mediante la selección clonal de 22 accesiones provenientes de diferentes regiones del Perú entre los años 1992 y 1993. Esta variedad mejorada aborda problemas relacionados con la calidad del producto, la precocidad y el potencial de rendimiento, cumpliendo con las características requeridas para la transformación industrial. Además, contribuye a la seguridad alimentaria a nivel familiar y al comercio. La textura del tubérculo es harinosa. Esta variedad mejorada fue entregada a los productores de oca en el año 2004 (INIA, 2004).

#### 2.3.5. Producción nacional de oca.

MINAGRI (2014), destaca la importancia mencionar que los territorios de mayor producción en nuestro país se encuentran en los departamentos de Puno, con 31 840 (tm) y un rendimiento de 8 242 kg/ha, siendo esta la primera zona de elaboración a nivel nacional, por después Cuzco, con 15487 (tm) y un rendimiento de 7 467 kg/ha los dos representan el 56% de la totalidad de tierras cultivadas en el Perú para la oca como único cultivo.



**Figura 4: producción de oca a nivel nacional**

**FUENTE: BCRP (2022).**

### 2.3.6. Composición proximal de oca fresca.

Fano y Benavides (1992), identificaron el potencial nutricional de los productos andinos como los tubérculos como lo es la oca, se componen de carbohidratos de alta solubilidad, almidón y azúcares reductores; constituyen una buena fuente de energía en la dieta diaria, fuente rica en aminoácidos: isoleucina, lisina, cistina, metionina.

**Tabla 7: Composición proximal de oca fresca**

Componente	Reyes <i>et al.</i> (2017)	Nauca (2015)	Escarcena (2022)	Medina (2021)	INIA (2004)
Energía Kcal	28	66.3	73.32	78.28	390.3
Humedad (%)	84.5	83.17	81.31	79.83	80.26
Proteína (%)	0.90	1.25	0.99	1.20	1.40
Grasa (%)	0.40	0.38	0.40	0.40	0.50
Carbohidrato (%)	13.5	14.47	16.44	17.47	96.85
Fibra (%)	7.60	1.53	0.82	0.80	0.65
Ceniza (%)	0.70	0.73	0.86	1.10	0.60

## 2.4. Almidón

Valdes (2006), manifiesta que el almidón es considerado como un carbohidrato que ha sido Ha sido parte esencial de la dieta humana desde la prehistoria y también se han dado numerosos usos industriales. Desde una perspectiva comercial Es el segundo polisacárido abundante e imprescindible después de la celulosa. Está presente en cereales, tubérculos y algunas frutas como polisacárido en reserva energética, y su concentración cambia dependiendo del grado de madurez.

### 2.4.1. Almidón de oca.

Surco (2004), menciona que el almidón está presente en gran cantidad en tejidos vegetales conocidos y los tubérculos, en el caso de los granos se encuentran en el endospermo; posee propiedades funcionales son de gran importancia de muchos alimentos. El almidón está presente en los vegetales en su forma de insolubles también de psrticulas, el almidón se compone en sistema heterogéneo compuesto por la amilosa y amilopectina.

**Tabla 8: Composición fisicoquímica y proximal de almidón de oca**

<b>Componente</b>	<b>Surco (2004)</b>	<b>Orosco (2019)</b>	<b>Silva (2017)</b>	<b>Hermosa (2013)</b>
Energía (Kcal)	NE	NE	NE	NE
Humedad (%)	11.08	4.44	13.36	11.24
Proteína (%)	0.30	0.3	0.2	0.34
Grasa (%)	0.00	0.14	0.03	1.04
Carbohidrato (%)	88.67	NE	86.47	87.3
Fibra (%)	NE	0.11	0.09	0.00
Ceniza (%)	0.55	0.18	0.12	0.07
amilosa	29.00	17.71	NE	NE
amilopectina	71.00	82.3	NE	NE

NE= No estudiado.

## **2.5. Celiaquía**

Moscoso y Quera (2015), La enfermedad celíaca se considera una afección inflamatoria autoinmune que afecta al revestimiento interno del intestino delgado en personas con mayor susceptibilidad genética, y se activa por el consumo de alimentos que contienen gluten. Esta enfermedad muestra diferentes síntomas clínicos en todas las edades.

En tanto FACE, (2009) La celiaquía es una intolerancia al gluten de varios cereales, que afecta a personas con predisposición genética. Causa una reacción inflamatoria en el intestino delgado, lo que impide la absorción adecuada de nutrientes. Esto produce síntomas como náuseas, vómitos, diarrea, distensión abdominal, pérdida de peso y músculo, retraso en el crecimiento, debilidad e irritabilidad. En casos más avanzados, es común observar baja estatura, anemia resistente a tratamiento, raquitismo y cambios en la personalidad.

### **2.5.1. Diagnostico**

Este procedimiento se basa en el historial clínico, la serología y otros factores. Endoscopia con biopsia duodenal, esta última con rol de confirmación de enfermedad. El estudio HLA sólo se plantea en situaciones de difícil diagnóstico (Rubio-Tapia, *et al.*, 2013).

Hoy en día la enfermedad celíaca se puede diagnosticar de manera efectiva a través de pruebas serológicas recomendadas para pacientes que presentan síntomas relacionados o tienen familiares de primer grado diagnosticados, si la prueba serológica resulta positiva el

diagnóstico se confirma mediante una biopsia intestinal. Además, el diagnóstico de la enfermedad celíaca puede realizarse evaluando la respuesta clínica a una dieta sin gluten, identificando los alelos HLA-DQ y mediante exámenes adicionales como hemogramas, tiempos de coagulación, niveles de proteínas totales, albúmina y electrolitos séricos, incluidos calcio y fósforo (Ludvigsson *et al.*, 2013).

### **2.5.2. Tratamiento.**

Una dieta que excluya el gluten es crucial para un tratamiento efectivo. Esto garantiza la mitigación de los síntomas, la restauración de los niveles serológicos normales y la regeneración de las vellosidades intestinales. Por lo tanto, es fundamental eliminar el trigo, como su almidón y algunos cereales de su alimentación optando en su lugar por alimentos más naturales como huevos, carnes, lácteos, legumbres pescados, frutas, verduras y cereales libres de gluten, como maíz o el arroz (FACE, 2009).

Como bien sostiene Oxentenko y Murray (2015), el tratamiento primordial para la celiaquía significa adoptar una dieta libre de gluten de manera permanente; lo que implica evitar el consumo de trigo, cebada y centeno de por vida a pesar de que la avena no está directamente asociada con cereales registrados con casos de alta sensibilidad en individuos muy sensibles, ya que durante la producción puede entrar en contacto con cereales que contienen gluten; sin embargo, evitar la avena puede limitar las opciones dietéticas. Es importante precisar que algunos medicamentos pueden contener partículas de gluten; por lo que los se deben verificar cuidadosamente su composición para asegurarse de que sean seguros para su consumo.

### **2.6. Gluten.**

Es una proteína amorfa presente en las semillas de varios cereales como el trigo, la cebada, el centeno y la avena, donde está combinado con el almidón. Representa alrededor del 80% de las proteínas en el trigo y está compuesto principalmente por gliadina y glutenina. Su función principal es aportar elasticidad a la masa, lo que da como resultado la textura esponjosa y elástica típica de panes y productos horneados. Se puede extraer de cereales como el trigo a través de un proceso de lavado del almidón. (FACE, 2009).

El gluten compuesto por un conjunto de proteínas presente en numerosos cereales, compuesto de gliadina y glutenina, el gluten tiene propiedades viscoelásticas; es aglutinante emulgente y gelificante da estructura al pan. Liga moléculas de agua retiene los gases dentro de la masa durante la fermentación es el responsable de la elasticidad y la esponjosidad de la masa (Schvartz, 2020).

### **2.6.1. Tipos de alimentos por su contenido de gluten.**

Tal como propone Polanco (2015), que los alimentos se clasifican en función a su contenido de gluten dentro de su composición.

- Alimentos libres de gluten: Lácteos, carnes, pescados, hortalizas, legumbres, arroz, maíz y yuca.
- Alimentos que pueden contener gluten: Embutidos, sucedáneos de café, frutos secos, quesos, pates, conservas de pescado y carne.
- Alimentos que presentan gluten: Pan a base de harinas de cereales, avena, cebada, y centeno, pasteles, tartas, galletas y otros, bebidas destiladas, fermentadas entre otros.

## **2.7. Pan.**

### **2.7.1. Definición.**

Mesas y Alegre (2002), precisan, que el pan es un alimento perecedero que se produce al hornear una masa compuesta de harina de trigo, agua y levadura de panadería (*Saccharomyces cerevisiae*), que fermenta y se transforma en el producto final.

El pan es una masa elaborada a partir de harina de cereales y agua, en la mayoría de los casos también con la adición de sal y levadura, que se amasa y se hornea, generalmente los panes se dejan fermentar y se cuecen en un horno. Los panes tienen distintas formas, tamaño, sabor, color, textura; dependiendo de los ingredientes que se usen (Schvartz, 2020).

### **2.7.2. Ingredientes importantes en la elaboración de pan**

#### **a. Harina**

Polvo fino que se obtiene al moler granos secos se conoce como harina. Si bien la harina de trigo es la más habitual, también se puede fabricar a partir de otros cereales como centeno, cebada, avena, maíz o arroz. Además, existen otras harinas elaboradas con legumbres, castañas, mandioca y otros alimentos. (Sifre *et al.*, 2018).

Las proteínas del gluten se unen con el agua formando una mezcla visco elástica, el almidón al ser sometido a temperaturas altas de horneado forma una pasta viscosa que gelatiniza durante esta etapa. En el almacenamiento el almidón se cristaliza produciéndose el fenómeno de retrogradación, otorgando firmeza al pan (Cauvain y Young 1998).

## **b. Azúcar**

La sacarosa comúnmente conocida como azúcar de mesa, es extraído primordialmente de caña de azúcar, aunque en zonas de clima moderado se puede obtener de la beterraga azucarera (*Beta vulgaris*). El proceso de obtención comienza con la recolección y limpieza de la caña luego se corta y tritura entre rodillos dentados el resultado es una pulpa que se prensa para obtener dos productos: el bagazo, que se utiliza como combustible y un jugo que se trata con cal para neutralizar su acidez. Posteriormente, se añade dióxido de azufre para clarificarlo y se somete a evaporación para concentrarlo hasta formar cristales de sacarosa (Badui, 2012).

El azúcar, en la elaboración del pan mejora las características sensoriales finales; así como sabor, aroma y color. Así también se considera el alimento principal para la actividad de las levaduras durante el proceso de fermentación (Cauvain y Young, 1998).

## **c. Margarina**

Es un producto industrial elaborado principalmente a partir de la hidrogenación de aceites de tipo vegetal y marino, que en inicio se desarrolló como sustituto de la mantequilla; en la actualidad son de consumo alto y demanda. Debido a la industrialización actual que producen con similares características al de la mantequilla de menor costo y más estables que la grasa láctea (Valenzuela, Yáñez y Golusda, 2010).

Cauvain y Young (1998), identifican que las grasas en términos generales proporcionan el efecto de lubricar, beneficiando el incremento de células de gas dentro de la masa; creando una superficie entre la red de gluten y el almidón brindando a la miga la estructura más homogénea y fina.

## **d. Sal**

La sal común, conocida químicamente como cloruro de sodio (NaCl); tiene su origen en el término latino "salarium" que hacía referencia a la cantidad de sal entregada como salario a los trabajadores romanos para preservar sus alimentos, especialmente carnes, se obtiene de tres fuentes principales: manantiales de agua salada, minas y el océano. La sal puede encontrarse en forma de roca comestible, aunque puede contener impurezas como arcillas de varios colores y algas que le otorgan distintos sabores y tonalidades (Badui, 2012).

La sal posee la capacidad de regular y controlar el proceso de fermentación así resaltando los sabores de otros insumos usados, eleva la capacidad de retención de agua contribuyendo

a que el pan mantenga su porcentaje de humedad una vez el pan sale del horno (Cauvain y Young, 1998).

**e. Huevo**

Los huevos aportan estructura agua, humedad y aroma a los productos, variando según el tipo de huevo utilizado; también contribuyen al color del producto. Al batir la clara de huevo es crucial que no contenga rastros de grasa o yema ya que incluso un 10% puede afectar la calidad del batido. Los huevos añaden esponjosidad y ayudan en la emulsificación, la yema que contiene lecitina contribuye a la suavidad y la retención de líquidos, mientras que las claras ricas en albúmina incrementan el volumen pero tienden a secar el producto más rápidamente (Redondo, 2016).

**f. Levadura *Saccharomyces cerevisiae***

Las levaduras *S. cerevisiae* es el microorganismo que más se utiliza por el ser humano en el tiempo, Aunque al principio no se tenía plena conciencia del papel de los microorganismos en la producción de diversos alimentos como el pan o las bebidas alcohólicas (Suárez, Garrido y Guevara, 2016).

Las levaduras son de forma ovalada o alargada, seres vivos unicelulares; cada gramo posee más de 10 millones de células cuando agregamos levadura a una masa lo hacemos para hacerla fermentar la levadura se alimenta de los azúcares existentes en la harina, por eso hay recetas que incluyen azúcares u otros endulzantes para acelerar la fermentación (Schvartz, 2020).

**g. Leche**

INDECOPI (2016), y la norma técnica peruana NTP 202.001 ratifica que La leche es un producto integral de la secreción de las glándulas mamarias, sin agregar ni quitar nada, que se obtiene al ordeñar. El término "leche" sin especificar la especie productora se refiere exclusivamente a la leche de vaca.

Cauvain y Young (1998), suscriben que la leche en algunos tipos de panes cumple la función de proporcionar sabor y aroma, además de que cumplen la función de mantener la humedad en la mezcla, en algunos casos puede actuar como sustituto del agua.

#### **h. Goma xantan**

Se le conoce también como goma xántica, xanthan o Xantan, es un polisacárido producido por fermentación del maíz, conocida en la industria como E 415; las personas con intolerancia al maíz deberán evitar usarla o ver cómo les sienta (Schvartz, 2020).

Por su parte Toufeili *et al.* (1994), mencionan que La goma xantana se usa como sustituto del gluten en el pan sin gluten, ya que puede reemplazar las funciones clave de esta proteína. Aumenta el volumen del pan, disminuye la dureza, mejora la textura y apariencia del pan rallado, retarda el envejecimiento y prolonga la vida útil, lo que ayuda a que el producto final sea visualmente aceptable.

#### **2.8. Tipos de pan**

En el libro denominado el pan. Gutiérrez (2017), destaca que existen diversas variedades de pan, pero los que más sobresalen son:

- a. Pan francés.** Pan sin grasa de forma redonda, con una ranura a lo largo de la parte superior. se hornea directamente en el suelo del horno.
- b. Pan tolete.** De forma ovalada, con terminación punta en ambos extremos, con o sin corte longitudinal en la parte superior.
- c. Pan de yema.** De consistencia suave, por el amasamiento con harina, huevos, azúcar, sal, agua, manteca, leche y otros aditivos permitidos.
- d. Pan integral.** Es desarrollado con harina de tipo integral.
- e. Pan con salvado.** Elaborado con harina a la que se agrega salvado en el amasado en un mínimo de 200 gramos de salvado por kilogramo.
- f. Pan de leche.** Es elaborado con una masa panadera a la que se le ha añadido entre 50 a 100 gramos de sólidos lácteos por kilogramo.
- g. Pan de huevo.** Es elaborado con una masa panadera a la que se le ha incorporado entre 125 a 200 gramos de huevo por kilogramo.
- h. Pan de molde.** Posee una ligera corteza blanda y que para su cocción ha sido introducido en molde. Normalmente su venta es envasada.
- i. Pan tostado.** Es el que después de su cocción es cortado en rebanadas y sometido a tostación y envasado.

### 2.8.1. Pan de molde.

Dentro de las Normas de INACAL (2021), con denominación NTP 206.004 2021 se suscribe que el pan de molde es el producto que se obtiene al hornear en moldes la masa fermentada, compuesta principalmente de harina de trigo u otros ingredientes, agua potable, sal, azúcar, levadura y manteca, pudiendo incluir otros ingredientes y aditivos autorizados por el Codex Alimentario.

Así mismo la NTP 206.004 2021 pan de molde requisitos, estable los siguientes parámetros:

**Tabla 9: Requisitos fisicoquímicos de pan de molde**

Requisitos	Unidad	Valores	
		Mínimo	Máximo
Humedad	%	...	40
Acidez (Ácido sulfúrico)	%	...	0.5
Cenizas	%	...	4

FUENTE: INACAL (2021).

**Tabla 10: Requisitos microbiológicos de pan molde**

Características	n	c	m	M
Recuento de Mohos				
(UFC/g)	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Recuento de <i>Bacillos</i>				
<i>céreas</i> (UFC/g)	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>

n=numero de unidades de muestra seleccionaada. m=indica lotes aceptables o inaceptables. M= valores superiores son inaceptables c=numero maximo entre “m” y “M”

FUENTE: INACAL (2021).

### 2.8.2. Características proximales de pan libre de gluten.

**Tabla 11: Características proximales de diferentes panes libre de gluten**

<b>Componente</b>	<b>García (2021)</b>	<b>Tunque (2017)</b>	<b>Zegarra (2018)</b>	<b>Esquivel y Cayro (2018)</b>	<b>Choque y Neira (2017)</b>	<b>Jérez Garcés (2017)</b>
Energía Kcal	NE	NE	365	314.7	NE	295
Humedad (%)	42.25	26.59	20.96	29.42	42.08	30.6
Proteína (%)	3.18	13.07	11.22	7.68	13.73	9.10
Grasa (%)	3.08	2.25	11.17	8.78	6.61	10.09
Carbohidrato (%)	49	57.18	59.94	51.23	75.64	40.2
Fibra (%)	0.60	NE	4.74	1.98	1.92	6.79
Ceniza (%)	1.89	0.91	1.71	0.91	4.02	2.37

NE= No estudiado

### **2.8.3. Análisis de perfil de textura de pan.**

Szczesniak (1963), Identifica al análisis del perfil de textura (TPA) como una prueba conocida con doble compresión que determina las propiedades de textura de los alimentos, en el proceso de una prueba de TPA, las muestras son comprimidas dos veces utilizando un analizador de textura para brindar información sobre el comportamiento de las muestras cuando se mastican popularmente se denominaba "prueba de dos mordidas" Así mismo define los parámetros siguientes:

- A. Dureza:** Es la fuerza necesaria para comprimir una muestra hasta su espesor inicial.
- B. Cohesividad:** Es el grado en que un alimento puede deformarse antes de romperse, indicando la fuerza entre sus partículas.
- C. Elasticidad:** Es la capacidad de un alimento para recuperar su forma o altura original después de ser deformado.
- D. Gomosidad:** Es la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido hasta que esté listo para ser tragado.
- E. Masticabilidad:** Es el trabajo que se necesita para triturar un alimento de tipo sólido hasta que pueda ser tragado.

**Tabla 12: Resultados de Perfil de textura de pan libre de gluten**

PARÁMETRO	Zegarra (2018)		Chavez (2023)		da Costa <i>et al.</i> (2020)	Bravo y Moreno (2015)	Kurek <i>et al.</i> (2018)	Tóth, Kaszab y Meretei (2022)	Campos <i>et al.</i> (2021)	
Dureza (Kg. F)	1.06	4.29	4.7	3.52	2.501	1.91	1.22	3.74	5.6	3.32
Cohesividad	0.57	1.27	0.57	0.7	0.365	0.31	0.399	0.66	0.67	0.89
Elasticidad	0.87	0.81	0.7	0.7	0.403	NE	0.29	0.79	0.91	0.95
Gomosidad (gf)	605.14	552.67	281.69	282.97	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Masticabilidad (N)	5.25	4.87	2.36	2.28	NE	4.41	8.00	NE	NE	NE

NE= No estudiado

## **2.9. Análisis sensorial**

Duran (2006), describe el análisis sensorial es el estudio de los alimentos a través de los sentidos. La aceptación o rechazo de los consumidores se basa en gran medida en la reacción que cada alimento, por esta razón el análisis sensorial se utiliza como un parámetro para determinar la vida útil de los productos. Además, la evaluación sensorial puede definirse como la ciencia que se utiliza para identificar, cuantificar, analizar e interpretar las respuestas de los consumidores a las propiedades de los alimentos y otros productos, que son percibidas a través de los sentidos de la vista, el olfato, el gusto y el oído.

### **2.9.1. Tipos de análisis sensorial.**

Ureña, Arrigo y Giron (1999), definen que existen tres tipos principales de análisis sensoriales: los análisis orientados al producto, que incluyen pruebas discriminativas y descriptivas, y los análisis orientados al consumidor, como las pruebas afectivas. Cada uno de estos tipos de análisis se define de manera específica:

- a. Pruebas discriminativas:** Se usan como una herramienta clave para verificar la uniformidad en los procesos de fabricación de un producto. Este método permite identificar si hay diferencias entre una o más muestras.
- b. Pruebas descriptivas:** Permiten evaluar de manera objetiva las características y atributos de un alimento. Este tipo de evaluación sensorial es más compleja que las pruebas que comparan o miden preferencias, y por lo tanto necesita de jueces que han sido entrenado.
- c. Pruebas afectivas:** Esta evaluación refleja la percepción individual y subjetiva de los evaluadores, quienes pueden expresar si les gusta o no un producto, determinando así su aceptación o rechazo. Se lleva a cabo por personas no capacitadas (al menos 30), quienes suelen ser potenciales consumidores del producto bajo evaluación, razón por la cual también se la conoce como estudio de mercado.

### **2.9.2. Medida del grado de satisfacción.**

Consiste en determinar el grado de satisfacción de los consumidores en respuesta a la medida de como el alimento evaluado cumple con sus expectativas, se hace uso de escalas de categorización a dimensionadas o dimensionadas relativas (Ureña *et al.*, 1999).

### **2.9.3. Apreciación hedónica.**

Este tipo de evaluación se emplea para evaluar el nivel de satisfacción, es decir, si un alimento específico logra complacer y satisfacer al consumidor. Esto se establece a partir de la percepción de gusto o disgusto de una muestra representativa de posibles consumidores. Métodos como la categorización cualitativa o la evaluación cuantitativa relativa se utilizan para determinar la satisfacción hedónica de una población (Ureña *et al.*, 1999).

### **2.9.4. Friedman aplicada a un análisis sensorial de ordenamiento.**

El análisis de la prueba de Friedman se utiliza para comparar múltiples muestras relacionadas, con menos suposiciones necesarias que otras pruebas de comparación de pares de muestras. Es especialmente útil para detectar diferencias entre tratamientos ( $k > 2$ ), particularmente en diseños experimentales de Bloques Completos Aleatorizados (DBCA). En este diseño, los  $k$  tratamientos se aplican una vez dentro de cada uno de los  $k$  bloques, lo que permite compararlos entre sí sin efectos no deseados que puedan confundir los resultados. El número total de bloques ( $n > 1$ ) se utiliza en el análisis. A menudo se asocia con métodos paramétricos para evaluar la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, se utiliza un análisis de varianza. Sin embargo, también se puede aplicar en métodos no paramétricos, como en el estudio de rangos o valores obtenidos de pruebas de ordenamiento (Ureña *et al.* 1999).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Hipótesis general.**

- El desarrollo de pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada y almidón de oca, presenta adecuadas propiedades físicas, sensoriales, químico proximales y microbiológicos según normativas vigentes.

##### **3.1.2. Hipótesis específicas.**

- La adición de harina de kiwicha germinada y almidón de oca influyen significativamente en las propiedades físicas de pan de molde libre de gluten.
- El pan de molde libre de gluten con adecuadas propiedades físicas, presenta mayor aceptabilidad sensorial.
- La composición químico proximal y microbiológico de pan de molde libre de gluten con mayor aceptabilidad sensorial, presenta características aceptables según normativas vigentes.

#### **3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO**

Esta investigación presente se desarrolló en los ambientes de fabricación de alimentos HIUSTIM SAC y en el taller de Panificación y laboratorios de reología de la escuela profesional, de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca con sede en CP Ayabacas – San Miguel.

Los análisis químico proximales y microbiológicos de desarrollaron en los laboratorios de Sociedad de Asesoramiento Técnico Sac ubicado en el distrito de Lince del departamento de Lima.

#### **3.3. MATERIALES**

##### **3.3.1. Materia prima.**

La materia prima utilizada en la presente investigación fueron la oca de variedad INIA 407 K'eny Rojo adquirida de la estación experimental de Tahuaco INIA del distrito de

Yunguyo. Y kiwicha de variedad Oscar blanco fue adquirido de la estación experimental andenes del departamento de Cuzco.

La harina de trigo no preparado fue adquirida de supermercado plaza vea de Juliaca, en la marca favorita.

### **3.3.2. Insumos**

- Leche evaporada, Gloria®.
- Huevos, La calera®.
- Margarina, Primavera®.
- Azúcar, Bells®.
- Sal, Marina®.
- Levadura, Fleischmann®.
- Agua tratada, Cielo®.
- Goma Xantan.
- Esencia de vainilla, Negrita®.

### **3.4. Equipos e Instrumentos**

#### **a. Equipos**

- Horno rotativo, NOVA MAX 1000.
- Balanza analítica, NOVAMAK.
- Coche porta bandejas.
- Bandejas de acero inoxidable.
- Rebanadora de pan molde, NOVA.
- Texturometro, INSTRON 34TM-5-SA.
- Balanza gramera, POCKET SCALE.
- Licuadora. OSTER.
- Estufa. IMACO.

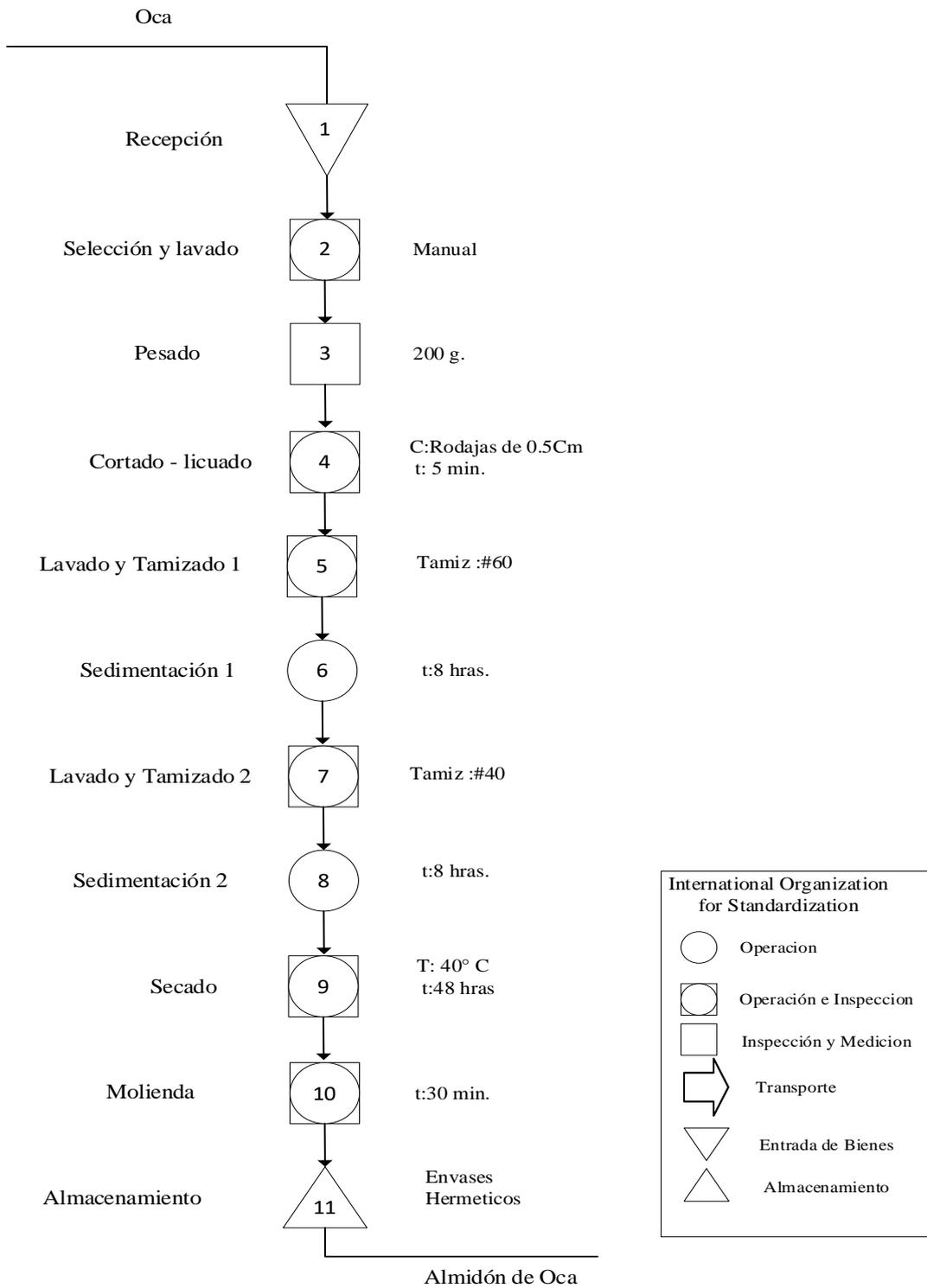
#### **b. Instrumentos**

- Cuchillo.
- Tabla de picar.
- Baldes de capacidad de 10 litros.

- Tamiz # 40, 60.
- Bandejas de acero inox.
- Luces de 100 watts
- Jarras de 500 gramos
- Espátulas
- Bandejas tipo plato 30g, 200g, 3000g.
- Rodillos.
- Termómetro, -50 +300.
- Batidora de mano.
- Estufa eléctrica, IMACO.

### 3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.5.1. ETAPA 1: OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA Y HARINA DE KIWICHA GERMINADA.



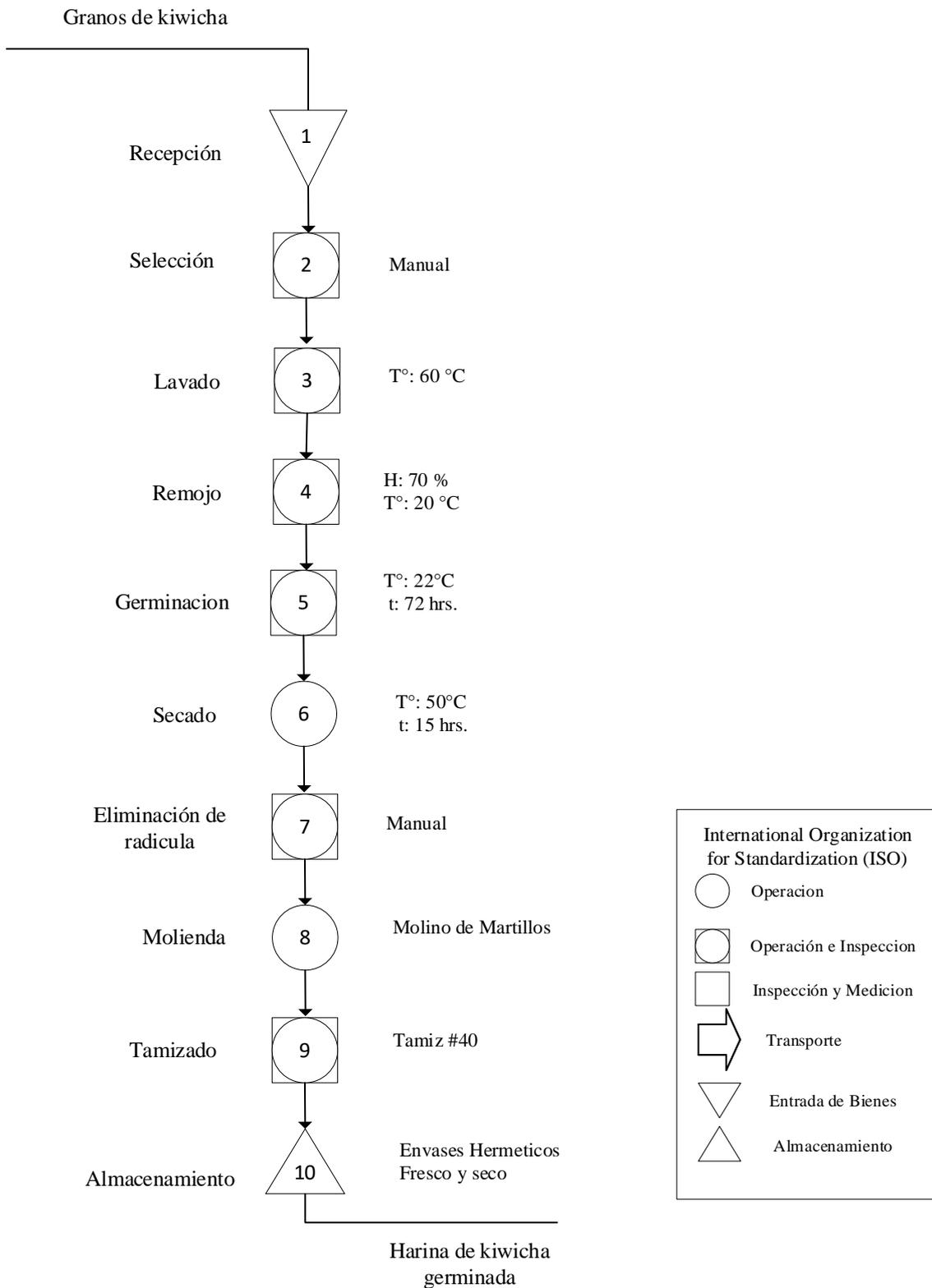
**Figura 5: Diagrama de Flujo de obtención de almidón de oca**

FUENTE: Apaza (2018).

## **Descripción de la obtención de almidón de oca**

El diagrama de flujo de la obtención de almidón de oca fue en base a Apaza (2018). En las secciones de lavado y tamizado y sedimentación, en lo que el autor realizó 4 procesos. A diferencia del presente estudio que se consideró solo dos procesos.

- 1. Recepción:** Se realizó la recepción de la oca.
- 2. Selección y lavado:** Se realizó la selección de cada una de las ocas, y su posterior lavado de lodo, manchas, raicillas, partes malogradas, ocas arrugadas, o en mal estado.
- 3. Pesado:** se realizó el pesado de las ocas en cantidad de 200 gramos para facilitar el siguiente proceso de licuado.
- 4. Cortado – Licuado:** El cortado se realizó en rodajas de 0.5 cm, posteriormente se licua con licuadora Oster de 450 watts a velocidad baja; por tiempo de 5 minutos, con adición de agua destilada (1:1) agua: oca.
- 5. Lavado – Tamizado:** El proceso de lavado se realizó con agua destilada sobre el tamiz # 60, así de esta forma se retienen la fibra dejando pasar solo el almidón.
- 6. Sedimentación:** la sedimentación se desarrolló con proceso de suspensión para obtener mejor rendimiento de almidón por un tiempo de 8 horas.
- 7. Lavado – Tamizado:** por segunda vez se realizó este proceso para homogenizar el almidón en gránulos más pequeños pasando por el tamiz # 40.
- 8. Sedimentación:** en una segunda vez se desarrolló este proceso con el fin de obtener el almidón con mejor rendimiento con el mismo tiempo de 8 horas.
- 9. Secado:** mediante una estufa de marca imaco se desarrolló el secado a una temperatura de 40°C por el tiempo de 48 horas.
- 10. Molienda:** La molienda se realizó con el fin obtener un almidón más pulverizado así nos facilite el trabajo de procesamiento.
- 11. Almacenamiento:** los almidones pulverizados se almacenaron en envases de polipropileno herméticamente sellados.



**Figura 6: Diagrama de flujo de obtención de harina de kiwicha germinada**

FUENTE: Bravo *et al.* (2013).

## **Descripción de obtención de harina de kiwicha germinada**

El diagrama de flujo anterior fue en base a Bravo *et al.* (2013) con mismos parámetros de germinación, y cambios en algunos términos del proceso.

- 1. Recepción:** Se realizó la recepción los granos de kiwicha entera.
- 2. Selección:** Los granos de kiwicha se seleccionaron de acuerdo a su homogeneidad, separándolo de pajillas, piedrecillas y otros contaminantes.
- 3. Lavado:** A temperatura de 60°C Los granos de kiwicha enteras fueron lavados separando de los sobrenadantes de pelos, pajas, insectos y otras impurezas.
- 4. Remojo:** La kiwicha lavada se remojó en agua potable a una humedad de 70%, a una temperatura de 20°C adicionando agua dos veces la cantidad de granos.
- 5. Germinación:** Los granos húmedos en un recipiente plano, se procuró que la capa que se forma no tenga mucha altura y se agregó una tela sobre los granos para garantizar una germinación uniforme a una temperatura, 22°C por 72 horas midiendo que la radícula tenga entre 1 y 1.5 cm.
- 6. Secado:** Es la fase que detiene la germinación, los granos germinados se sometieron a temperatura de 50°C por 15 horas, en una estufa marca imaco.
- 7. Eliminación de radícula:** Una vez que los granos estén secos, se eliminaron las radículas por medio de frotación.
- 8. Molienda:** Los granos germinados y sin radículas ni raicillas se procedieron a ser molidos en moladoras de granos de martillos.
- 9. Tamizado:** La harina integral pasó por un tamizador # 40 la finalidad de obtener una harina refinada.
- 10. Almacenamiento:** En envases herméticos se almacenaron en un lugar fresco y seco.

### 3.5.2. ETAPA II: FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN A BASE DE HARINA DE KIWICHA GERMINADA Y ALMIDÓN DE OCA.

#### 3.5.3. Formulación propuesta

Para el desarrollo de la formulación de pan de molde libre de gluten se tomó en cuenta la propuesto por Zegarra (2018), del método directo de formulación y su adaptación pertinente, así como la revisión de otros antecedentes de formulaciones de pan libre de gluten.

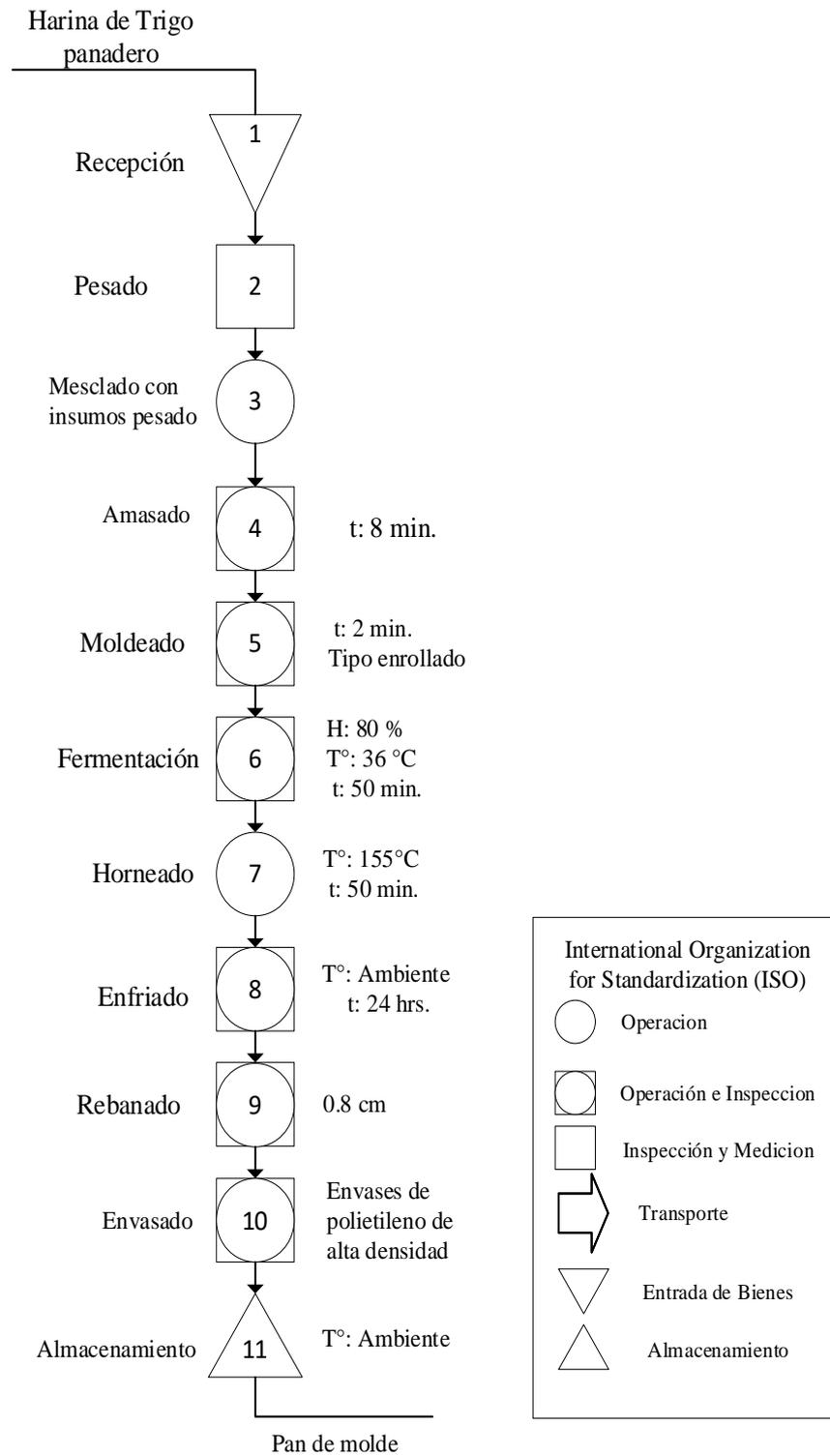
**Tabla 13: Formulación: para el desarrollo de pan de molde, control y libre de gluten**

<b>Componentes</b>	<b>MC</b>	<b>T1 668</b>	<b>T2 571</b>	<b>T3 759</b>	<b>T4 337</b>
	%	%	%	%	%
Harina de trigo	50	*	*	*	*
Harina de kiwicha germinada	*	8.50	11.00	6.50	5.00
Almidón de oca	*	41.00	38.4	42.90	44.40
Leche	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
Azúcar	5	5	5	5	5
Levadura	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Margarina	8	8	8	8	8
Huevo	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
Sal	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Goma Xantan	*	1.5	1.5	1.5	1.5
Agua	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
Total	100	100	100	100	100

\*= No utilizada, MC= muestra control, T1-T4= tratamientos

Para el desarrollo de pan de molde de la muestra control se tomó en cuenta lo descrito por Calaveras (2013) y su adaptación en los porcentajes de ingredientes. en donde demuestra la formulación y la elaboración de diversos tipos de pan.

Así también la formulación de pan de molde libre de gluten se tomó en consideración y adaptación. Lo descrito en el curso de “panificación libre de gluten” y su libro de Schwartz (2020) donde se aprendió el desarrollo de diversos panes libre de gluten.



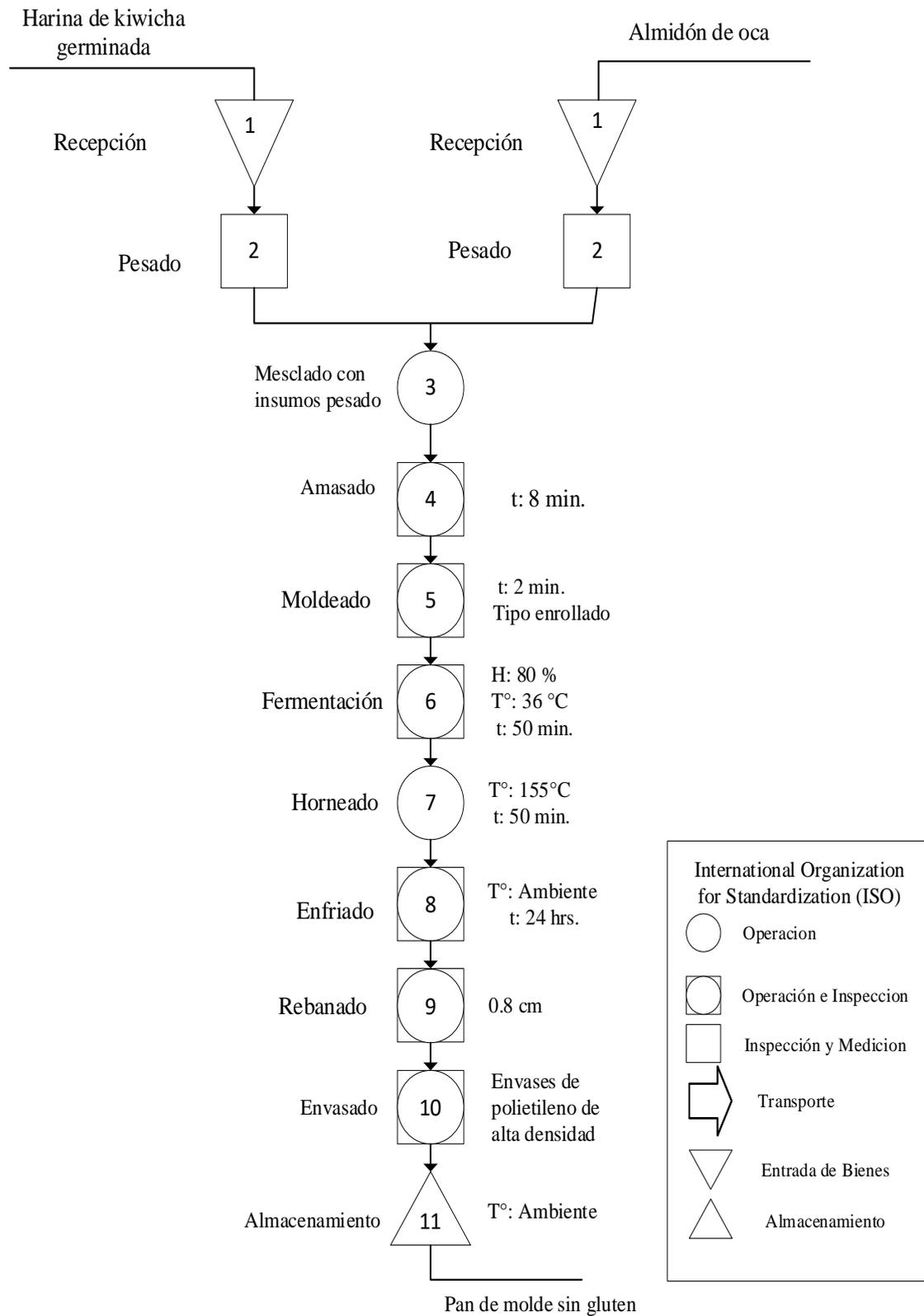
**Figura 7: Diagrama de flujo de elaboración de pan de molde de muestra control**

FUENTE: Calaveras (2013).

### **Descripción de desarrollo de pan de molde de muestra control**

La adaptación de en base a Calaveras (2013) se realizó en la sección de horneado en donde se dispuso el horneado a menos temperatura por más tiempo y algunos términos del proceso.

- 1. Recepción:** Se realizó la recepción de harina de trigo de tipo panadero sin preparar de la marca favorita.
- 2. Pesado:** Se procedió a pesar las materias primas e insumos basado en la tabla 12 como (harina, sal, azúcar, leche, margarina, levadura, huevo, agua).
- 3. Mezclado:** Se procedió a mezclar los ingredientes secos previamente cernidos dentro de una bandeja con fondo. Los insumos secos y líquidos.
- 4. Amasado:** teniendo la mezcla lista se procedió a amasar por un tiempo de 8 minutos homogenizando toda la mezcla.
- 5. Moldeado:** Una vez amasado se procedió a bolear y moldear de forma envolvente e insertar en los moldes de pan para que obtengan la forma deseada.
- 6. Fermentación:** El proceso se llevó a cabo en una cámara de fermentación a 36°C durante 50 minutos, con una humedad relativa del 80%.
- 7. Horneado:** Se llevó a cabo en un horno, insertando los moldes de pan a temperatura de 155°C por 55 minutos.
- 8. Enfriado:** Una vez extraído los panes de molde se realizó el desmoldado y el proceso de enfriado por un espacio de 24 horas.
- 9. Rebanado:** enfriado los panes de molde en la maquina rebanadora se rebanó los panes dándole forma conocida.
- 10. Envasado:** Se realizó en bolsas de polietileno de alta densidad.
- 11. Almacenado:** Se almacenó a temperatura ambiente, en un lugar fresco, seco y limpio, hasta el momento de sus evaluaciones.



**Figura 8: Diagrama de flujo de elaboración de pan molde libre de gluten**

FUENTE: Vera (2017).

## **Descripción de desarrollo de pan de molde libre de gluten de almidón de oca y harina de kiwicha germinada**

La adaptación en base a Vera (2017). Se realizó por el uso de materias primas diferentes a su estudio y algunos términos del proceso.

- 1. Recepción:** Se realizó la recepción de almidón de oca y harina de kiwicha germinada previamente procesadas.
- 2. Pesado:** Se procedió a pesar las materias primas e insumos basado en la tabla 12 como (harina, almidón, sal, azúcar, leche, margarina, levadura, huevo, agua).
- 3. Mezclado:** Se procedió a mezclar los ingredientes secos previamente cernidos dentro de una bandeja con fondo, los insumos secos y líquidos.
- 4. Amasado:** teniendo la mezcla lista se procedió a amasar por un tiempo de 8 minutos homogenizando toda la mezcla.
- 5. Moldeado:** Una vez amasado se procedió a bolear y moldear de forma envolvente e insertar en los moldes de pan para que obtengan la forma deseada.
- 6. Fermentación:** Se realizó en una cámara de fermentación a una temperatura de 36°C por 50 minutos y humedad relativa de 80%.
- 7. Horneado:** Se llevó a cabo en un horno, insertando los moldes de pan a temperatura de 155°C por 55 minutos.
- 8. Enfriado:** Una vez extraído los panes de molde se realizó el desmoldado y el proceso de enfriado por un espacio de 24 horas.
- 9. Rebanado:** enfriado los panes de molde en la máquina rebanadora se rebanó los panes dándole forma conocida.
- 10. Envasado:** Se embolsó en envases de polietileno de alta densidad.
- 11. Almacenado:** Se almacenó a una temperatura de ambiente, en lugar fresco, seco y limpio.

### 3.6. DIAGRAMA EXPERIMENTAL

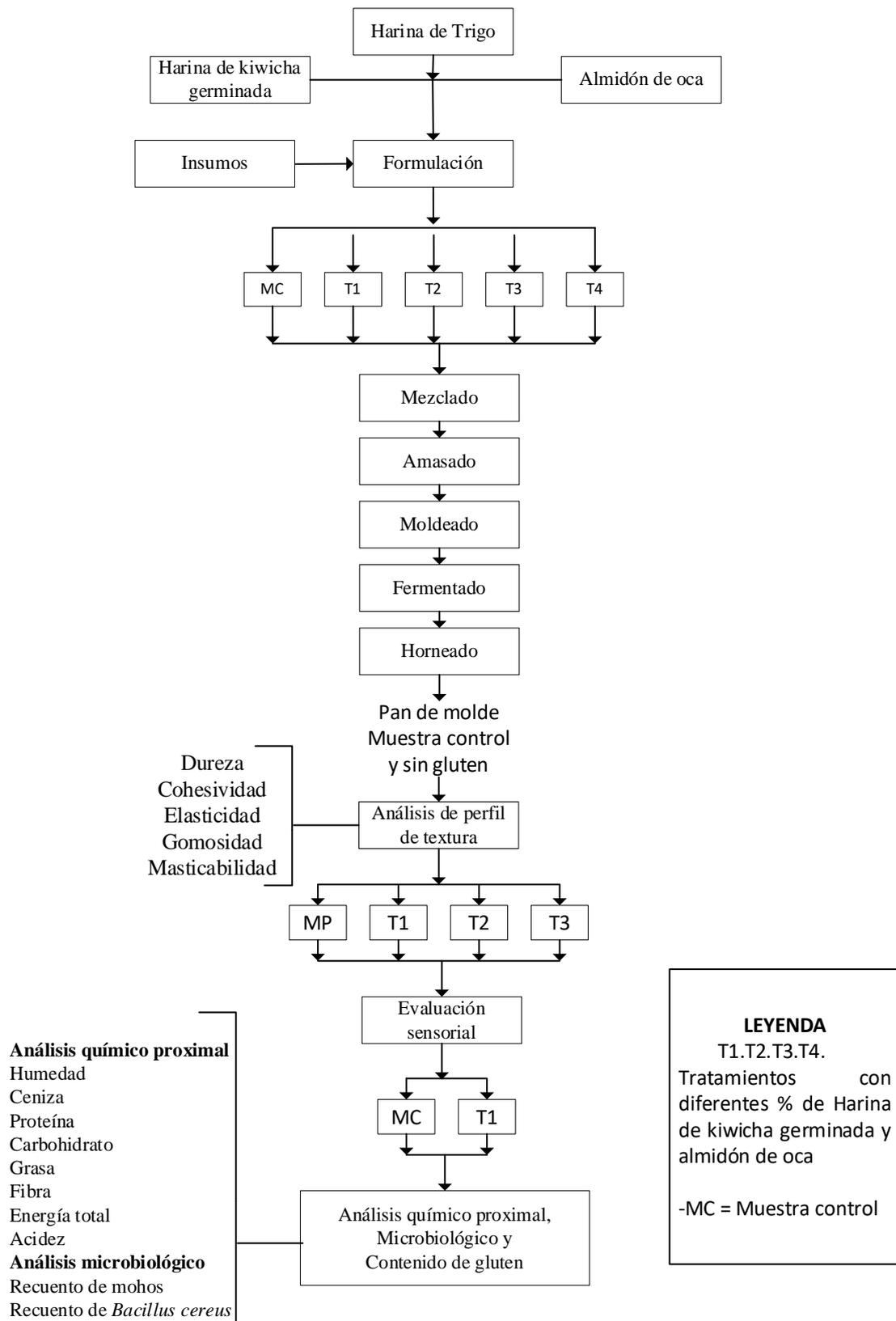


Figura 9: Diagrama experimental de la investigación

### 3.7. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

#### 3.7.1. Análisis químico proximal de materias primas

Para llevar a cabo la evaluación de materias primas como proximal a la harina de kiwicha germinada y el almidón de oca, se emplearon los siguientes métodos de análisis.

- Carbohidrato (%): Fue determinado por calculo.

$$\%Carbohidrato = 100\% - (\%H + \%G + \%Ce + \%P)$$

H = Humedad.

G = Grasa.

Ce = Ceniza.

P = Proteína.

- Ceniza (%): Método empleado. NTP 205.004:2022.

- Energía total (Kcal/100g): fue determinado por calculo.

$$energia\ total\ \frac{Kcal}{100g} = P * 4 + G * 9 + C * 4$$

P = Proteína (g).

G = Grasa (g).

C = Carbohidrato (g).

- Fibra cruda (%): Se determinó mediante NTP 205.003 (2016) (usando fibra de vidrio)-Corrigenda Técnica 1 (2018).
- Humedad (%): Fue determinado mediante la guía de la NTP 205.002:2021.
- Materia grasa (%): Se determino guiándonos de la NTP 205.006:2017/CT 1:2018.
- Proteína total (%): fue determinada mediante la NTP 205.005 :2018 (Método Kjeldahl).

#### 3.7.2. Análisis de propiedades físicas. (Análisis de perfil de textura TPA)

- Se determino el análisis de perfil de textura bajo el método de Kurek *et al.* (2018) usando el texturometro programado a 1 TPA – 500N. cortando las muestra en cubos de 2cm<sup>3</sup>. Adicionalmente se desarrolló la Programación, en el texturometro para que ejerza una fuerza de 0.10N a velocidad de 1 mm/s con 50% de deformación.

#### 3.7.3. Evaluación sensorial

- Se determinó mediante el uso de la metodología de Meiselman y Schutz, (2002) donde describe la escala hedónica de 5 puntos: muy bueno, bueno, aceptable,

regular, desagradable. Que son más adaptables en el análisis sensorial de alimentos.

- Se determinó el atributo sensorial. Apariencia general, color, olor, sabor.
- Se realizó la prueba sensorial con 101 jueces no entrenados a hombres y mujeres de entre 16 a 35 años de edad. Método empleado según Ureña *et al.* (1999) ya que nos facilita la aplicación de Friedman a un análisis sensorial de comparación pareada múltiple.
- Se determinó la diferencia significativa mediante el uso de Tukey.

#### **3.7.4. Análisis químico proximal de pan de molde muestra control y pan de molde libre de gluten.**

- Proteína (%): Fue determinado combinando los métodos de AOAC 935.39C, 22nd Ed. (2023), AOAC 950.36, 22nd Ed. (2023), AOAC 984.13A, 22nd Ed. (2023).
- Carbohidrato (%): Fue determinado por cálculo.
- Ceniza (%): Fue determinado mediante la combinación de los métodos AOAC 935.39B, 22nd Ed. (2023), AOAC 923.03, 22nd Ed. (2023).
- Energía total (Kcal/100g): Se determinó mediante cálculo.
- Fibra cruda (%): Fue determinado bajo los parámetros de la NTP 205.003 (2016) (usando fibra de vidrio)-Corrigenda Técnica 1 (2018).
- Humedad (%): Se determinó por la combinación de los métodos de AOAC 935.39A, 22nd Ed. (2023), AOAC 935.36, 22nd Ed. (2023).
- Materia Grasa (%): Fue determinado mediante las normas de AOAC 935.39D, 22nd Ed. (2023) y AOAC 922.06, 22nd Ed. (2023).
- Acidez Titulable (%): Fue determinado mediante la NTP 206.008 (1976) (Revisada 2021).

#### **3.7.5. Determinación de gluten de pan de molde muestra control y tratamiento**

- Gluten (mg/g): Se determinó mediante las técnicas de AOAC 2012.01, 21st. Ed. (2019).

#### **3.7.6. Determinación parámetros microbiológicos de pan de molde muestra control y pan de molde libre de gluten**

- *Bacillus Cereus* (ufc/g): Se determinó basado mediante el método de ICMSF (1983), AOAC 980.31, 22nd. Ed. (2023).
- Mohos (ufc/g): se determinó siguiendo los parámetros de ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed.

### **3.7.7. PARA EL PRIMER OBJETIVO.**

- Determinar el efecto de la harina de kiwicha germinada y almidón de oca sobre las propiedades físicas de pan de molde libre de gluten.

#### **VARIABLES DE ESTUDIOS.**

##### **a. Variables independientes:**

- Concentración de harina de kiwicha germinada (8.50%, 11%, 6.50%, 5.0%).
- Concentración de almidón de oca (41.0%, 38.4%, 42.9, 44.4%).

##### **b. Variables dependientes:**

- Propiedades de Perfil de textura de pan de molde libre de gluten. (Dureza, Cohesividad, Elasticidad, Gomosidad, Masticabilidad).

##### **c. Diseño estadístico**

Para desarrollar la formulación se tomo en cuenta lo aplicado por Zegarra (2018) mediante el método directo. Con datos completamente al azar, y la aplicación de análisis de varianza (ANOVA). Se trabajó con cuatro tratamientos y tres replicas con un total de doce unidades experimentales, de la misma forma para diferenciar los resultados de las Pruebas de perfil de textura se aplicaron (ANOVA) con la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de (p-valor <0.05).

### **3.7.8. PARA EL SEGUNDO OBJETIVO**

- Evaluar la aceptabilidad sensorial del pan de molde libre de gluten con adecuadas propiedades físicas.

#### **VARIABLES DE ESTUDIO.**

##### **a. Variables independientes:**

- Pan de molde libre de gluten con adición de harina de kiwicha germinada (11%, 6.50%, 5.0%) y almidón de oca (38.4%, 42.9, 44.4%).

##### **b. Variables dependientes:**

- Aceptabilidad sensorial (sabor, olor, color, apariencia general).

**c. Diseño estadístico:**

Para la evaluación de la aceptabilidad sensorial del pan de molde libre de gluten, se validaron los datos estadísticamente aplicando prueba de Friedman aplicada a un análisis sensorial de comparación pareada múltiple, trabajando a un nivel de significancia de (p-valor <0.05).

**3.7.9. PARA EL TERCER OBJETIVO**

- Analizar la composición químico proximal y microbiológico de pan de molde libre de gluten con mayor aceptabilidad sensorial.

**Variables de estudio**

**a. Variables independientes:**

- Pan de molde libre de gluten con formulación de harina kiwicha germinada (5.0%) y almidón de oca (44.4%).

**b. Variables dependientes:**

- Análisis químico proximal y microbiológico (ceniza, humedad, proteína, carbohidratos, grasa, fibra dietaría, energía total y acidez), (*Bacillos cereus* y mohos).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANÁLISIS PRELIMINARES DE MATERIAS PRIMAS

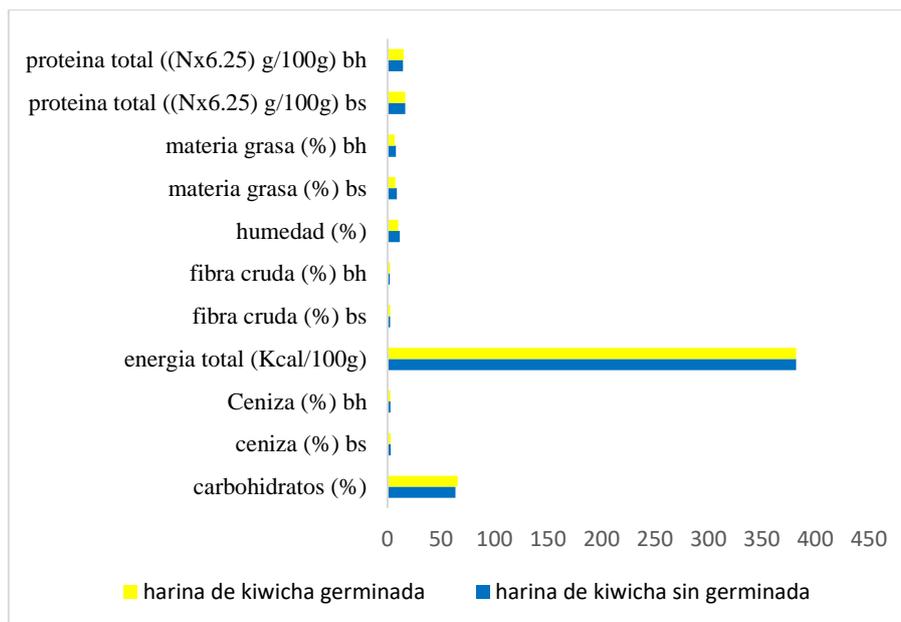
Consecuentemente, se demuestra los resultados proximales de las materias primas en la tabla 14, las características químico proximales de harina de kiwicha sin germinar y germinada.

**Tabla 14: Resultados químico proximales de harina de kiwicha sin germinar y germinada**

Componentes	Harina de kiwicha sin germinar	Harina de kiwicha germinada
Carbohidratos (%)	63.57	65.65
Ceniza (%) bs	2.99	3
Ceniza (%) bh	2.65	2.7
Energía total (Kcal/100g)	382.04	382.11
Fibra cruda (%) bs	2.52	2.8
Fibra cruda (%) bh	2.23	2.52
Humedad (%)	11.49	10.06
Materia grasa (%) bs	8.72	7.37
Materia grasa (%) bh	7.72	6.63
Proteína total ((Nx6.25) g/100g) bs	16.46	16.63
Proteína total ((Nx6.25) g/100g) bh	14.57	14.96

bs= Base seca Bh= Base húmeda

FUENTE: LAB. SAT. S.A.C. (2023).



**Figura 10: Comparativo de resultados químico proximal de harina de kiwicha sin germinar y germinada.**

la tabla 14 y la figura 10 se muestra que las características químico proximales de harina de kiwicha sin germinar y germinada, se encuentra dentro de los parámetros de INACAL (2020), y la norma técnica Peruana 106.105 2020 para granos andinos, harina de kiwicha; que indica que el contenido mínimo de proteína debe ser 10%, en tanto. Reyes *et al.* (2017), determinó el contenido de proteínas para harina de kiwicha con 12.2%. Que representa 4.42% inferior a lo encontrado en la presente investigación. Por otra parte la Asociación de productores de kiwicha (2009), presentó 10.49% de proteína en harina de kiwicha sin germinar, 5.97% inferior, en comparación a los granos enteros estudiados por: AUTODEMA (1999), que presentó 14.5%, Reyes *et al.* (2017), 12.8%; Vega (2013), 16.2%, Chamorro (2018), 16.59% y Repo-Carrasco (1992,) 14.5% de proteína. Se analiza que los granos enteros poseen valores superiores que la harina de kiwicha. De la misma forma se muestra que el valor incremento ligeramente en harina de kiwicha germinada. Así lo refiere también Bravo *et al.* (2013), que determino el incremento del valor de proteínas de 14.45% hasta 16.45% en el proceso de germinación, Por otro lado Casanave y Ruiz (2022), presenta un valor de 15.18%. Si bien se muestra que el contenido de proteínas es variable, cuando se presenta como grano entero, harina y cuando se germina. Esto puede deberse por la variedad de kiwicha estudiada y el proceso que se le aplica, que repercute en el contenido de proteína.

En cuanto al contenido de carbohidratos, se encuentran dentro del rango presentado por los estudios realizados por: Reyes *et al.* (2017), que determinó en las tablas peruanas de composición de alimentos, un valor de 69.1% de la misma forma Vega (2013), presentó un valor de 65.9% en el grano entero de kiwicha. Por otro lado, la harina de kiwicha germinada se elevó en 2.08%, en comparación a la harina de kiwicha sin germinar, esto podría darse a efecto del proceso de germinación; también se puede indicar que el contenido de carbohidratos es variable, esto pudiendo deberse a la variedad de kiwicha estudiada como al proceso que se somete.

La humedad está dentro de los rangos establecidos por de INACAL (2020), y la norma técnica Peruana 106.105 2020 para harina de kiwicha. Donde indica que la humedad no debe superar los 12%. En el estudio realizado por Bravo *et al.* (2013), encontró un valor de 5.68% que, representa un valor 5% menor al resultado del presente estudio. Esta diferencia se puede tratar. Al método de secado la variación de temperatura durante el secado.

El contenido de energía total de la harina de kiwicha sin germinar y germinada se encuentran dentro del rango que los presentados en los estudios de Reyes *et al.* (2017), que presenta un valor de 352 Kcal/100g así como también los que presentan la Asociación de Productores de kiwicha (2009), quienes determinaron 331.69Kcal/100g. en cuanto al proceso de germinación se denota incremento de 0.6% comparando con harina de kiwicha sin el proceso de germinado.

El valor de ceniza de la harina de kiwicha sin germinar y germinada en base húmeda, no alcanza el valor mínimo exigido por INACAL (2020), y la NTP 106,105 del 2020 para harina de kiwicha, donde se indica que el valor mínimo de ceniza debe ser de 3%. Por su parte en el estudio de Chamorro (2018), se reportó valores de 1.96% - 3.97% en 30 accesiones de kiwicha por otro lado Repo-Carrasco (1992), encontró 2.6% en kiwicha de variedad Oscar blanco, por lo cual se puede deducir que la ceniza en kiwicha entera en muchas variedades no se supera el 3% mínimo exigido. En cuanto a la harina de kiwicha germinada la ceniza presentó un valor de 3.0% en base seca, como también en los estudios de Bravo *et al.* (2013), se encontró valor de 3.18% y Casanave y Ruiz (2022), obtuvo 4.26%. por lo cual se puede indicar que el proceso de germinado incrementa el valor de ceniza en kiwicha.

Con respecto a la fibra cruda de los dos tipos de harina se encuentran dentro del rango mínimo establecido por INACAL (2020), y la Norma técnica Peruana 106,105 del 2020 para harina de kiwicha, donde se estableció que el mínimo de fibra cruda que debe presentar es de 2%. Por su parte el estudio realizado por la Asociación de productores de kiwicha (2009), presenta un valor de 1.29% en harina de kiwicha, a diferencia es estos resultados Bravo *et al.* (2013), obtuvo un valor de 9.5%. también se puede establecer que la fibra cruda incrementa su valor con el proceso de germinado. Estas diferencias en los resultados pueden tratarse por la variedad de kiwicha estudiada. Ya que la composición nutricional varía de acuerdo la variedad y la zona de cosecha.

La materia grasa para la harina de kiwicha sin germinar y germinada están dentro de los parámetros de INACAL (2020), y la Norma técnica Peruana 106,105 del 2020 de harina de kiwicha, donde se precisó que la grasa debe obtener un valor mínimo de 4%. En tanto en los estudios realizados por la Asociación de productores de kiwicha, (2009) determinó un valor de 2.23%, un valor inferior al resultado de la presente investigación y la NTP por otra parte en la investigación de Bravo *et al.* (2013), se determinó con un valor de 8.29%, pero en los estudios de Casanave y Ruiz (2022), se determinó la grasa con un valor de 2.98% valor inferior a nuestro estudio y a la NTP. Como bien ya se especificó anteriormente la variación de los resultados puede tratarse, por el estudio de la variedad del producto. También se puede indicar que este parámetro puede disminuir con el proceso de germinado.

De manera general se puede indicar que la figura 10 muestra, que con el proceso de germinación de kiwicha la mayoría de los parámetros, y en especial la proteína tienden a incrementar, a diferencia de la humedad y la materia grasa que son los parámetros que disminuyen. También se puede ratificar que el contenido de parámetros químico proximales son variables de acuerdo a su variedad, método de estudio, y proceso al que sea sometido.

A continuación, lo que consta en la tabla 15, muestra los resultados de los parámetros químico proximal de almidón de oca.

**Tabla 15: Resultados químico proximales de almidón de oca**

<b>Componentes</b>	<b>Valor</b>
carbohidratos (%)	83.17
ceniza (%) bs	0.92
ceniza (%) bh	0.78
energía total (Kcal/100g)	336.02
fibra cruda (%) bs	0.12
fibra cruda (%) bh	0.10
humedad (%)	15.29
materia grasa (%) bs	0.07
materia grasa (%) bh	0.06
proteína total ((Nx6.25) g/100g) bs	0.83
proteína total ((Nx6.25) g/100g) bh	0.7

bs= base seca bh= base húmeda

FUENTE: LAB. SAT PERU, (2023).

El valor de proteína se presenta con un porcentaje menor a 1%, pero dentro del rango en comparación a los resultados presentados en los estudios de Surco (2004), que obtuvo un valor de 0.30%, Orosco (2019), 0.3%, Silva (2017), 0.2% y Hermosa (2013), 0.34%. comparando los resultados encontrados al presente trabajo; no son significativamente diferentes. El resultado de estos valores puede darse que se trabajó con oca fresca, como la mayoría de los estudios, como bien se sabe que la oca fresca posee valores de proteína bajo. En comparación al proceso de someter la oca al calor este aumenta su contenido de proteína.

En el estudio de la materia grasa también se nota que el valor es menor a 1%, dentro del rango de los resultados encontrados por Orosco (2019), que obtuvo (0.14%), Silva (2017), (0.03%) y Hermosa (2013), (1.04%). Siendo este último el valor más alto en comparación a lo encontrado por otros autores y nuestro estudio, así también otros estudios identifican que el almidón posee bajo contenido de grasa.

La humedad encontrada en el presente estudio está acorde los resultados de las investigaciones del mismo producto reportado por: Surco (2004), que obtuvo (11.08%), (4.44%), Silva (2017), (13.36%) y Hermosa (2013), (11.24%). Estos valores representan inferioridad no significativa en comparación al resultado del presente estudio. Esto puede

deberse al método de secado y conservación. Donde la temperatura es directamente proporcional al contenido de humedad.

Los valores de fibra cruda se encuentra dentro de los límites encontrados en los resultados de Orosco (2019), y Silva (2017), que obtuvieron 0.11% y 0.09% respectivamente, donde se denota que no existe diferencia significativa en comparación a resultados encontrados. A diferencia de Hermosa (2013), que no encontró contenido de fibra, los resultados anteriores no es significativamente diferente a los resultados de oca fresca, se puede establecer que la fibra, es indiferente a la variedad de oca.

El contenido de energía total se observa que posee un contenido alto. Pese a que no se encontró resultados de otros autores que hayan estudiado esta característica. Sin embargo INIA (2004), presenta un valor de 390.3 Kcal/100g en oca fresca en la misma variedad del presente estudio. Este contenido alto podría deberse a alto contenido de carbohidratos. Ya que el resultado de energía total es el cálculo de suma de los carbohidratos, proteína y grasa.

La ceniza en el presente estudio se encuentra superior, a los rangos encontrados de los resultados en los estudios de Surco (2004), que obtuvo (0.55%), Orosco (2019), (0.18%), Silva (2017), (0.12%) y Hermosa (2013), (0.07%). Esta diferencia podría deberse a que la variedad de la oca; repercute en el contenido de ceniza.

Los carbohidratos del presente estudio están acorde a los resultados de, Surco (2004), que obtuvo 88.67% de la misma forma que Silva (2017), que obtuvo 86.47% y Hermosa (2013), también presenta un valor de 87.3%. así comprobándose que no existe diferencias significativas, este alto contenido de carbohidratos puede deberse a que el almidón es considerado como carbohidrato compuesto por la unión ramificada de polímeros de glucosa como la: amilasa y amilopectina.

## 4.2. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA HARINA DE KIWICHA GERMINADA Y ALMIDÓN DE OCA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN.

Después de seguir la metodología y elaborar el pan de molde según las formulaciones indicadas en la tabla 12, se procedió a seguir el flujo de trabajo descrito en la figura 12. De esta manera, se obtuvieron cuatro tratamientos con tres réplicas de pan de molde libre de gluten y una muestra control. A continuación, se llevaron a cabo determinaciones de las propiedades físicas mediante el análisis del perfil de textura.

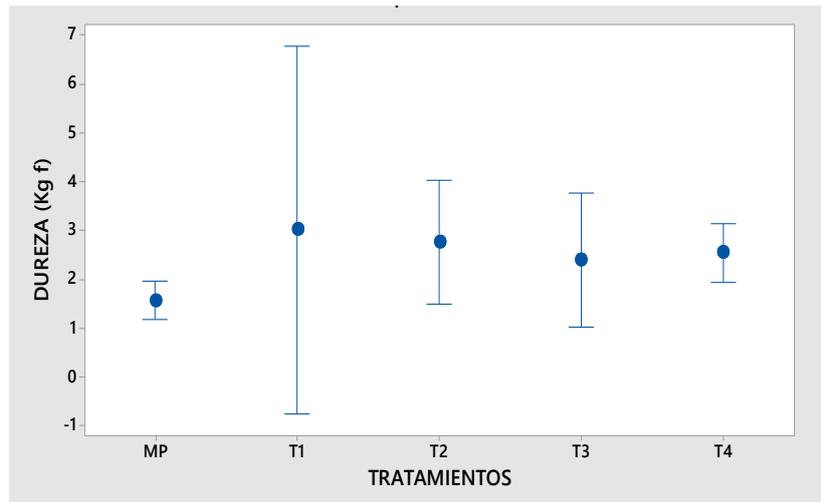
### 4.2.1. Análisis de perfil de textura

**Tabla 16: Resultados de perfil de textura**

Parámetro	MC	T1 668	T2 571	T3 759	T4 337
Dureza (Kg f)	1.58 ± 0.16	3.01 ± 1.51	2.77 ± 0.51	2.40 ± 0.55	2.55 ± 0.24
Cohesividad	0.26 ± 0.01	0.21 ± 0.02	0.16 ± 0.03	0.14	0.14 ± 0.03
Elasticidad	0.59 ± 0.03	0.72 ± 0.03	0.65 ± 0.09	0.62 ± 0.05	0.63 ± 0.09
Gomosidad (g f)	404.14 ± 0.4	590.75 ± 0.2	437.79 ± 0.4	342.96 ± 0.6	358.25 ± 0.5
Masticabilidad (N)	2.32 ± 0.21	4.17 ± 1.52	2.86 ± 0.32	2.12 ± 0.27	2.26 ± 0.61

Kgf= Kilogramos fuerza gf= gramos fuerza N= Newtons MC= muestra control

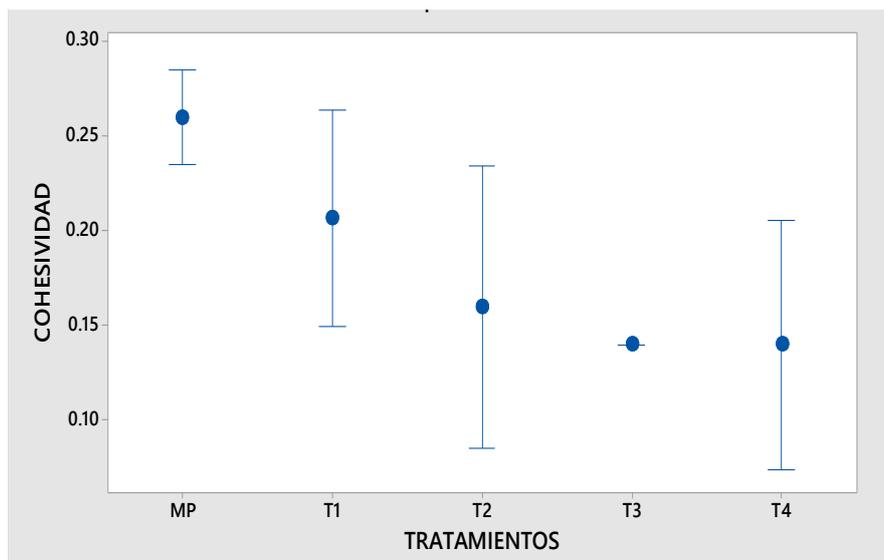
La tabla 16 se demuestra los valores de la media en conjunto con la desviación estándar de la muestra control (MC) y los cuatro tratamientos. Para su mejor análisis se procedió a la prueba estadística, mediante el análisis de varianza (ANOVA). Como se visualiza en las figuras 11, 12, 13, 14, 15.



**Figura 11: Intervalos de tratamientos vs. Dureza**

En la figura 11 se observa que la muestra control posee menor dureza. Seguidas por los tratamientos T3, T4, T2 y por último T1. Según el valor de significancia ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) con un valor de (0.26) lo que significa que no existe diferencias significativas entre tratamientos.

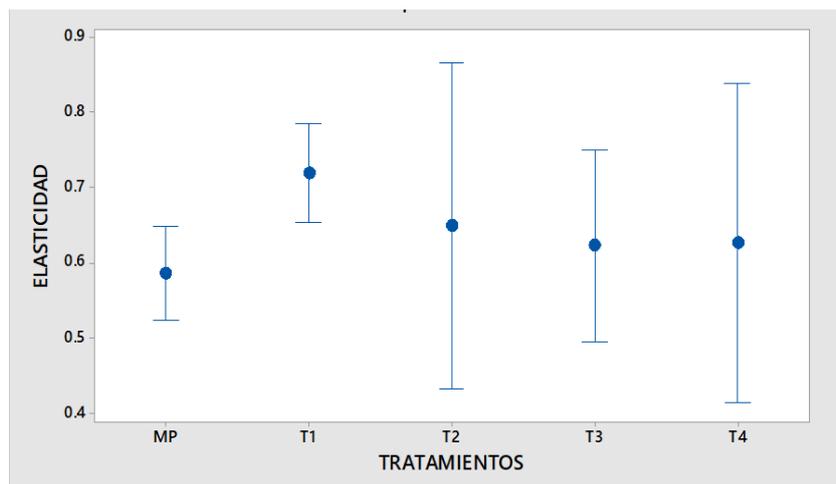
De la tabla 16. Para el parámetro de dureza resalta los promedios de 1.58kgf – 3.01kgf, para los cuatro tratamientos y la muestra control, estos resultados están dentro de los límites en comparación al valor encontrado por Zegarra (2018), quien determinó (1.06 kgf) para su muestra control. Y promedios de (3.52 kgf - 4.29 kgf) en pan sin gluten a de de cañihua. En tanto Chavez (2023), demostró que la sustitución parcial de harina de maíz en pan tiene un valor de (2.501 kgf) de la misma forma que Bravo y Moreno (2015), que lograron un valor de (1.22 kgf), para pan de molde con sustitución parcial de harina de chontaduro. Por otra parte da Costa *et al.* (2020), alcanzó un valor de (1.91 kgf), para panes sin gluten a base de harina de garbanzo, Kurek *et al.* (2018), presenta valor de (3.74 kgf), Tóth *et al.* (2022), determinó un valor promedio de (5.6 kgf) en diferentes panes sin gluten, Campos *et al.* (2021), alcanzó a un valor de (3.32 kgf) esto en su trabajo de pan libre de gluten con harina de oca. Los resultados anteriores del estudio en el estudio de pan libre de gluten, nos demuestran que en su mayoría poseen mayor dureza, esto podría deberse a la ausencia de gluten ya que este último proporciona esponjosidad a los panes. en comparación a los panes comerciales y con sustitución parcial de harina de trigo, presentan valores cercanos a la muestra control. esto debiéndose a que en su mayor cantidad está compuesto por harina de trigo y los panes aun poseen la esponjosidad característica.



**Figura 12: Intervalos de tratamientos vs. cohesividad**

En la figura 12 se observa que en el parámetro de cohesividad la muestra control posee un alto valor en promedio, seguido de T1, T2, en tanto T3 y T4 se mantienen con un promedio igual. Según el análisis de varianza ( $p$ -valor  $<0.05$ ) lo que significa la existencia de diferencias significativas. Con la prueba de Tukey consignado en el anexo 1, se visualiza la clasificación de tres tipos de agrupaciones A, B y C en donde la muestra control (MC) presento mayor Cohesividad seguido de los tratamientos T1 y T2, finalmente los tratamientos T2 y T3 presentaron similares características.

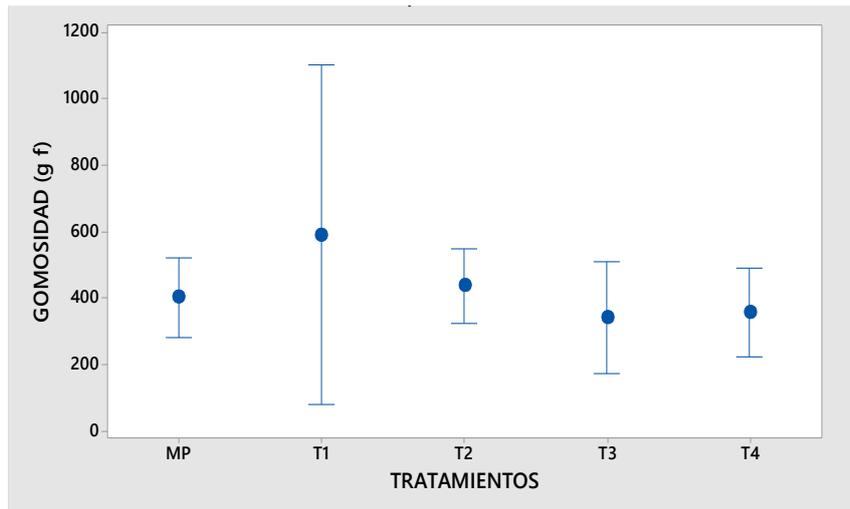
En la tabla 16 se presenta los valores promedios de Cohesividad que fueron de 0.14 – 0.26, por lo que se puede indicar que se encuentra dentro de los límites encontrados en estudios de pan libre de gluten así como Zegarra (2018), quien encontró valores de (0.7 - 1.27), también Costa *et al.* (2020), propone que los panes con harina de garbanzo poseen valor de (0.31), así lo confirma Tóth *et al.* (2022), estudiando diferentes panes sin gluten con una media de (0.67), y Campos *et al.* (2021), determinó que la harina de oca en pan libres de gluten posee un valor de (0.89). mientras que los estudios con sustitución parcial de harinas como Chavez (2023), presenta 0.365, Bravo y Moreno (2015), alcanzo el valor de 0.399; y Kurek *et al.* (2018), consiguió el valor de 0.66. si bien los resultados son variables. Se puede deber a que los panes libres de gluten tienden a deformarse más con mayor fuerza por ende poseen menor cohesividad, ya que los panes comerciales se deforman con menor fuerza, y obtienen mayor cohesividad.



**Figura 13: Intervalos tratamientos vs. elasticidad**

La figura 13 de la elasticidad, muestra gráficamente que la muestra control (MC) posee una elasticidad inferior seguida de los tratamientos T3, T4, T2 y por último T1. Según el análisis de varianza ( $p$ -valor  $>0.05$ ) con un valor de 0.18 lo que significa la inexistencia de diferencias significativas entre tratamientos.

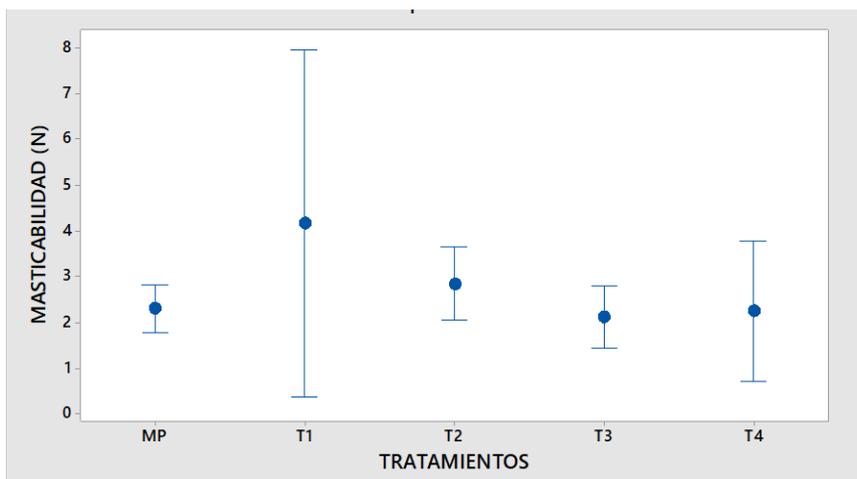
Los promedios de elasticidad fueron de 0.59 – 0.65 los cuales se encuentran dentro del rango que presentan los estudios en pan libres de gluten, como Zegarra (2018), quien determino que la cañihua posee mayor elasticidad que la kiwicha con un promedio de (0.7 – 0.81) a diferencia que la muestra control que encontró 0.87 un valor superior. Mientras tanto Tóth *et al.* (2022), también determino valores similares en panes libres de gluten con una media de (0.91) así se confirma con el estudio de Campos *et al.* (2021), que propone una media de (0.95). Adicionalmente Chavez (2023), propone que una sustitución parcial en la elaboración de pan; presenta un valor de (0.403) mientras tanto que Bravo y Moreno (2015), determinan un valor de (0.29); así como Kurek *et al.* (2018), que alcanzo un valor de (0.79) si bien los valores encontrados en pan libres de gluten pueden ser iguales a los panes elaborados con harina de trigo, y con sustitución parcial, esto puede deberse a que en la elaboración de pan libre de gluten es necesario usar un sustituto para el gluten, que pueden ser las gomas, almidones entre otros.



**Figura 14: Intervalos tratamientos vs. gomosidad**

La figura 14 de la gomosidad muestra que la muestra control (MP) posee valor promedio de 400gf seguida de T2, mientras que T3 y T4 se mantienen inferiores; mientras que T1 mantiene un valor elevado. Según la prueba estadística ( $p$ -valor  $>0.05$ ) con un valor de 0.091 lo que significa que no existe diferencias significativas entre tratamientos y la muestra control.

Los valores promedios de gomosidad fueron de 342.96gf – 590.75gf, estos valores están dentro de los valores promedios encontrados por, Zegarra (2018), quien determino que los panes elaborados con harina de trigo poseen un valor de (605.14gf), como también desarrollo que el pan libre de gluten a base de harina de cañihua poseen un promedio de (281.69gf – 552.67gf,) si bien se denota que los panes elaborados con harina de trigo poseen valores superiores, mientras que los panes libres de gluten valores inferiores. Esto puede deberse a que el uso de los almidones horneados, tienden a gelatinizarse; facilitando una menor energía para desintegrar este alimento.



**Figura 15: Intervalos de tratamientos vs. masticabilidad**

En la figura 15 de masticabilidad se observa que muestra control presenta el valor de 2.32N seguidas de T2, mientras que T3 y T4 es inferior y T1 es superior. La prueba de análisis de varianza (p-valor <0.05) con un valor de 0.04 lo que significaría la existencia de diferencias significativas. Pero según la comparación múltiple de Tukey para el parámetro de masticabilidad mostró que no existe diferencias significativas entre tratamientos. Ya que todos se agrupan en (A).

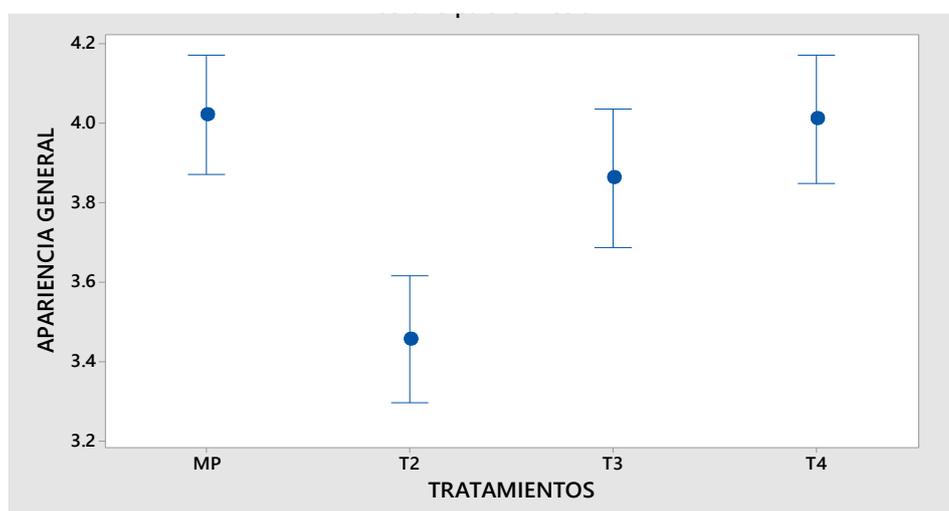
Los valores promedios para la masticabilidad fueron de 2.32 N – 4.17N, lo que se considera que están dentro de los límites a los resultados encontrados por otros estudios como: Zegarra (2018), quien determino que el pan elaborado con harina de trigo posee un valor superior (5.26 N), mientras los valores promedios de pan libre de gluten se mantienen en promedio de (2.36N – 4.87N), mientras que da Costa *et al.* (2020), establece que los panes elaborados con harina de oca poseen un valor de (4.41N) un valor superior al presente estudio. Sin embargo, Bravo y Moreno (2015), proponen que la sustitución parcial de harina de chontaduro aumenta el valor de masticabilidad con (8.0 N) esta diferencia de resultados puede deberse al uso de almidones y sustitutos de gluten como bien lo menciona Schvartz (2020), que el uso de almidones en la panificación, el resultado es una masa más esponjosa y elástica.

#### 4.3. EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN CON ADECUADAS PROPIEDADES FÍSICAS.

De la evaluación de las propiedades físicas como el perfil de textura, se determinó que los tratamientos más aceptables en comparación a la muestra control fueron los tratamientos T2 con código (571) el tratamiento T3 con código (759) y el tratamiento T4 con código (337).

Inicialmente, se realizó prueba de Kolmogorov–Smirnov, de normalidad detallada en el anexo 2, donde se encontró un p-valor menor a 0.05, con un resultado de 0.010, que demuestra que los datos de la evaluación sensorial no presentan una distribución normal. Por lo tanto, se optó por utilizar la prueba de Friedman, que es una prueba no paramétrica, para evaluar el grado de correlación entre las variables.

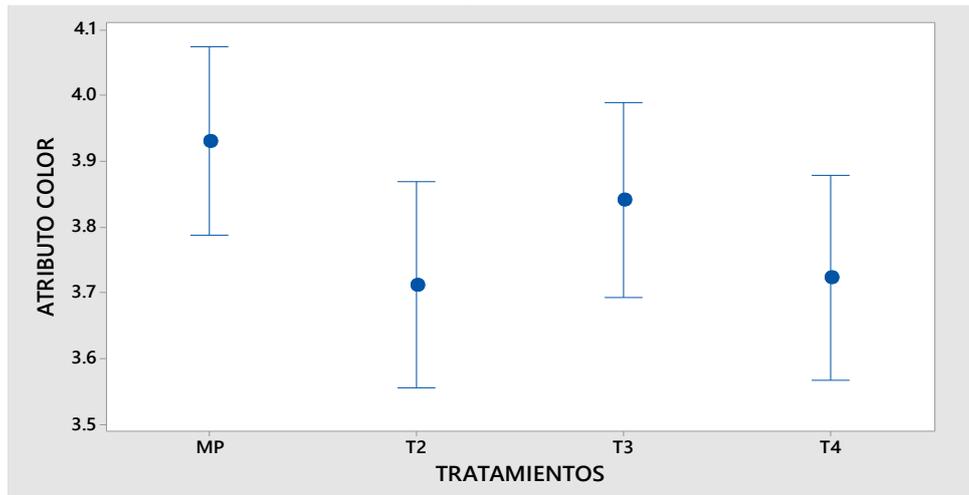
Los tratamientos clasificados pasaron a la evaluación de la aceptabilidad sensorial con una escala hedónica de 5 puntos (5 = muy bueno, 4 = bueno, 3 = aceptable, 2 = regular, 1 = desagradable) de los atributos sensoriales de Apariencia general, color, olor y sabor. Fueron evaluados con 101 jueces no entrenados y analizados estadísticamente mediante la prueba de Friedman.



**Figura 16: Intervalos de apariencia general**

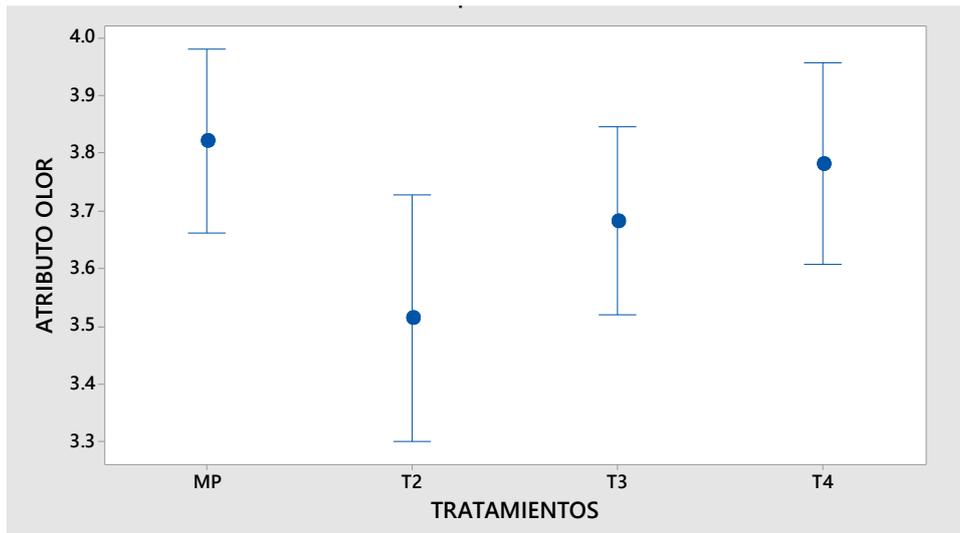
La figura 16 resalta los resultados de apariencia general, donde la muestra control tuvo una mejor aceptación con una media de 4.125, seguida de T4 con una media de 3.875, T3 3.875 y finalmente T2 3.625. así se detalla el estadístico descriptivo de Friedman de la misma forma el estadístico de prueba de Friedman de (p-valor <0.05) existe diferencias

significativas entre tratamientos. Como bien se observa que la muestra control posee una mejor aceptación en comparación con los tratamientos de pan de molde libre de gluten. La media general para este atributo fue de 3.875, según la puntuación hedónica, se puede clasificar como bueno. Finalmente, el tratamiento que mejor aceptación tuvo en comparación a la muestra control fue el tratamiento T4 (337) con una puntuación de 3.875 considerada como buena bajo la puntuación de la escala hedónica de 5 puntos.



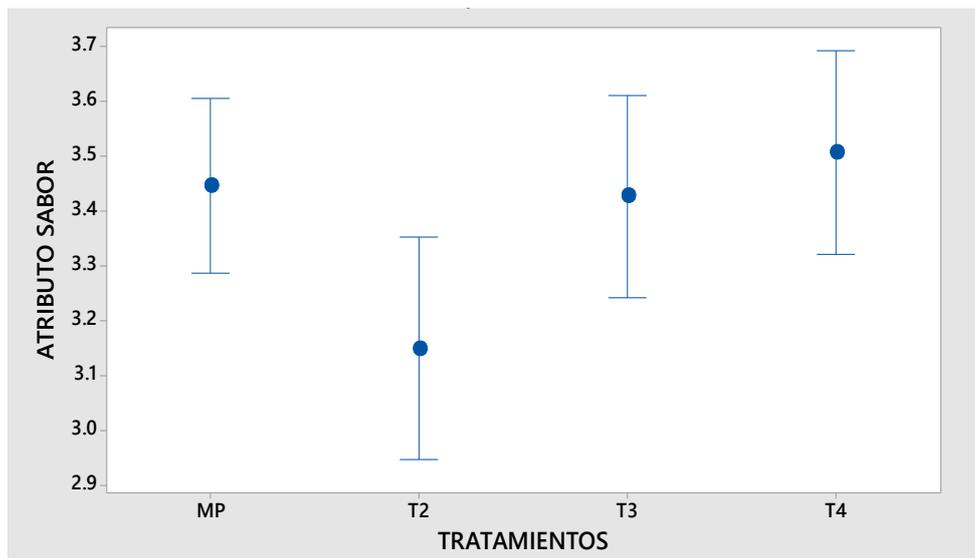
**Figura 17: Intervalos de atributo color**

La figura 17 detalla que, para el atributo de color; la muestra control (MP) posee una media de 4; según el análisis de datos de estadístico descriptivo de Friedman todos los tratamientos poseen una media de 4 además, el estadístico de prueba muestra que ( $p$ -valor  $>0.05$ ) con un valor de 0.156. lo que refiere que no existe diferencias significativas entre tratamientos. La puntuación de 4 en todos los tratamientos fue determinada como buena según la puntuación de la escala hedónica de 5 puntos. Finalmente, según la figura 17 se clasifico que el tratamiento T3 (759) tuvo mejor aceptación, en comparación a la muestra control.



**Figura 18: Intervalos de atributo olor**

La figura 18 detalla los resultados de la muestra control y los tratamientos. En tanto la estadística descriptiva de Friedman detalló que la muestra control y todos los tratamientos tuvieron una media de 3.5 y una media general con el mismo valor. Además, el estadístico de prueba de Friedman mostro que ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) con un valor de 0.204 lo que indica que no existe diferencias significativas. La puntuación de 3.5 fue determinada como buena según la puntuación de la escala hedónica de 5 puntos, de la figura 18 se determinó que el mejor tratamiento fue T4 (337) en comparación a la muestra control.



**Figura 19: Intervalos de atributo sabor**

La figura 19 muestra los resultados de muestra contra control y los distintos tratamientos, en tanto el estadístico descriptivo de Friedman; detallo que la media para la muestra control y todos los tratamientos fue de 3.5 así mismo el estadístico de prueba de Friedman

demonstró ( $p$ -valor  $<0.05$ ) con un valor de 0.008 lo que indica que existe diferencias significativas. De lo que se puede clasificar que el tratamiento T4 (337) tuvo una mejor aceptación en el atributo de sabor incluso por encima de la muestra control. Finalmente se determinó que la puntuación de 3.5 fue clasificada como buena según la puntuación hedónica de 5 puntos.

De promedio general se obtuvo que la muestra de estudio, obtuvo una puntuación de 3.5 calificada como aceptable según la puntuación de la estala hedónica de 5 puntos. Por su parte Campos *et al.* (2021), estudio el desarrollo de pan de molde libre de gluten adicionando almidón de oca pregelatinizada mostrando así que la que mejor aceptación obtuvo la muestra a la que adiciono 13.2 % de almidón de oca teniendo un promedio de 3.5 en la escala hedónica de 5 puntos, cuyos resultados son similares a la presente investigación.

Por otra parte Bazán (2019), desarrollo pan célico de arroz maíz y garbanzo obteniendo un promedio de 6 de escala hedónica de 10 puntos, concluyendo que la aceptabilidad sensorial es proporcional a las materias primas utilizadas.

Así también Zegarra (2018), elaboro pan apto para celíacos a base de harina de Cañihua obteniendo un promedio de 4.64 de aceptabilidad sensorial en una escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.4. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO A DE PAN DE MOLDE LIBRE DE GLUTEN CON MAYOR ACEPTABILIDAD SENSORIAL.

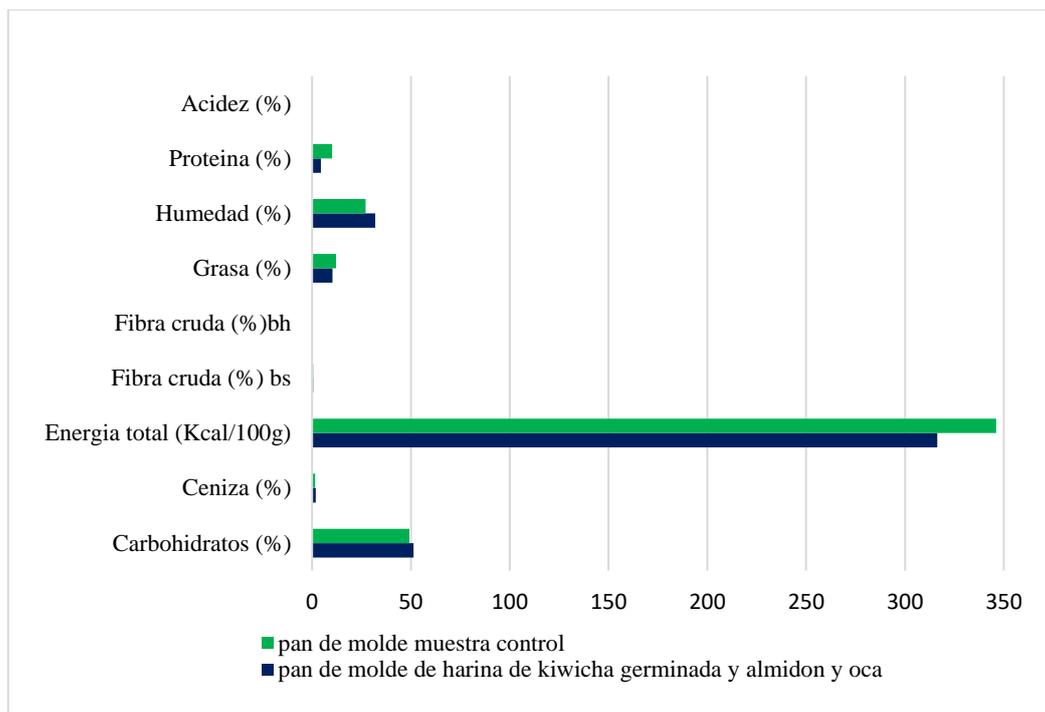
Según la evaluación de la aceptabilidad sensorial se determinó que el tratamiento T4 (337) posee mayor puntuación en la aceptabilidad sensorial, después de la muestra control. en los atributos de apariencia general que tuvo una media de 3.875, el atributo de color presento una media de 4, así mismo el atributo de olor presento 3.5 de media finalmente el atributo de sabor presento una media de 3.5.

**Tabla 17: Resultados de la composición químico proximal de pan de molde de kiwicha germinada y almidón de oca y muestra control**

Componente	Pan de molde de kiwicha germinada y almidón de oca	Pan de molde Muestra control
Carbohidratos (%)	51.38	49.25
Ceniza (%)	1.94	1.52
Energía total (Kcal/100g)	316.29	346.07
Fibra cruda (%) bs	0.56	0.5
Fibra cruda (%) bh	0.38	0.37
Grasa (%)	10.33	12.07
Humedad (%)	31.9	27.05
Proteína (%)	4.45	10.11
Acidez (%)	0.06	0.09

bs= Base seca bh= base húmeda

FUENTE: Lab. SAT PERU (2023).



**Figura 20: Comparativo de resultados químico proximal de pan de molde de muestra control y harina de kiwicha germinada y almidón de oca.**

La tabla 17, y la figura 20 presentan comparación de los resultados de la composición proximal de pan de molde de la muestra control y pan de molde a base de harina de kiwicha germinada y almidón de oca. Donde se observa que el contenido de proteína de la muestra control es superior, en comparación a pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca. García, (2021), determino que el desarrollo de pan libre gluten a base de quinua posee un valor de 3.18% de proteína. por su parte Tunque, (2017) desarrolló que la adición de coca y camote a la quinua incrementa el contenido de proteínas a 13.07%, adicionalmente Zegarra, (2018) concluye que el pan libre de gluten a base de cañihua tiene un valor de 11.22%, otros estudios como Esquivel y Cayro (2018) propusieron que la elaboración de pan libre de gluten de arroz, lenteja malteada y soya posee 7.68%, en tanto Choque y Neira (2017) identificaron que el uso de harina de quinua en la elaboración de pan libre de gluten se encuentra un valor de 13.73, y finalmente Jérez, (2017) propuso que la mezcla de quinua y kiwicha posee un valor de 9.10%. la diferencia de estos valores podría deberse a que en los estudios anteriores desarrollaron pan sin gluten con harina de productos directos, sin el uso de almidón, como se mencionó anteriormente debido a que el tratamiento aceptado posee más almidón repercute en el contenido de proteínas.

La cantidad de carbohidratos en pan de molde a base de harina de kiwicha germinada y almidón de oca presenta valor superior a la muestra control. Los valores de pan libre de gluten se encuentra dentro del rango encontrados por: García (2021), quien estudió pan de harina de quinua obteniendo (49%), así mismo Jérez (2017,) determinó que el desarrollo de pan de quinua y kiwicha posee (40.2%). también Esquivel y Cayro (2018), concluyeron que el desarrollo de pan de harina de arroz soya lenteja malteada posee (51.23%), por otro lado los estudios como los de Tunque (2017), desataco que el desarrollo de pan molde de coca, camote y quinua tiene (57.18%), así mismo que Zegarra (2018), destaco que el desarrollo de pan de cañihua posee un valor de (59.94%), además Choque y Neira (2017), estudiaron pan sin gluten de harina de quinua obteniendo (75.64%). La diferencia de estos resultados puede deberse al uso de materias primas con más alto contenido de proteínas y el uso de otros aditivos.

los valores de ceniza para para el pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca y muestra control. Están dentro de lo establecido por INACAL (2021), y la Norma técnica Peruana 206.004 para pan de molde, donde se destaca que el contenido de ceniza no debe superar 4.0%. En tanto García (2021), determino 1.89% y Zegarra (2018), obtuvo 1.71%, de la misma forma que Jérez (2017), que destaco un valor de 2.37%; por otra parte Tunque (2017), y en los estudios de Esquivel y Cayro (2018), se destacó el valor mínimo de 0.91% a diferencia de Choque y Neira (2017), que presento el valor por encima de valor máximo requerido con un valor de 4.04%. De manera general se destaca que no existe diferencias significativas al presente estudio.

De la misma forma los valores de humedad para el pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca y la muestra control, se encuentran dentro de los límites establecidos por INACAL (2021), y la Norma técnica Peruana 206.004 para pan de molde. Donde se propone que la humedad no debe superar el 40%. Por su parte en los estudios de Jérez (2017), se destaca un valor de 30.6%, mientras que Esquivel y Cayro (2018), determinaron un valor de 29.42%. en tanto los estudios en donde se presentó valores inferiores fueron de Tunque (2017), con un valor de 26.59% y Zegarra (2018), con un valor de 20.96%. a diferencia de donde se encontró valores que superan las valores exigidos se encontraron en los estudios de García (2021), con 42.25%, así como en el de Choque y Neira (2017), que destacaron 42.08% la diferencia de estos valores puede deberse al uso de hidrocoloides o gomas fuertes o al modo de almacenamiento.

El contenido de grasa en pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca tuvo un valor inferior en comparación a la muestra control, dentro de los límites de los estudios de Zegarra (2018), quien destaco un valor de 11.17%, de la misma forma los estudios de Esquivel y Cayro (2018), determino un valor de 8.78%, mientras que en la investigación de Jérez (2017), determino un valor de 10.09%. en comparación al presente estudio no se encontró diferencias significativas.

La fibra cruda en el pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca se mantiene superior a la muestra control, estos valores se consideran dentro del rango encontrado por García (2021), quien destaco un valor de 0.60%, mientras Zegarra (2018), presenta valore superior de 4.74%. esta variedad en este resultado puede deberse a variedad en las materias primas y al uso de harinas de granos directos, como al uso de insumos altos en grasa o aceites directos.

La energía total para el pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca presento un valor de 29.78 Kcal/100g menos en comparación a la muestra control. Dentro de los parámetros estudiados por Zegarra (2018), quien determino 365Kcal/100g en pan de cañihua, de la misma forma que Esquivel y Cayro (2018), que presento un valor de 314.7Kcal/100g en pan de arroz lenteja y soya. Otros estudios presentan valores inferiores, esta diferencia puede deberse al tipo de materia prima procesada ya que la energía total será aportada según el contenido de sus nutrientes.

Los valores de acidez titulable, expresado en ácido sulfúrico. Donde para la muestra control tuvo un valor superior a pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada y almidón de oca. En tanto estos valores se encuentra dentro de los parámetros exigidos por INACAL (2021), y la NTP 206.004 2021 pan de molde. Donde se destaca que la acidez de no debe superar 0.5% en base seca.

**Tabla 18: Contenido de gluten para pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca y muestra control**

<b>Componente</b>	<b>Pan de molde de kiwicha germinada y almidón de oca</b>	<b>Pan de molde Muestra control</b>
Contenido de gluten (mg/kg)	0	<80

FUENTE: Lab. SAT PERU (2023).

En tanto la tabla de 18 presenta que el pan de molde elaborado con harina de kiwicha germinada y almidón de oca no presenta contenido de gluten. Cumpliendo lo exigido por INACAL (2022), y la Norma técnica Peruana-CODEX CXS 118 normativa relativa para alimentos de régimen especial a personas intolerantes al gluten; donde se destaca que los alimentos libres de gluten debe poseer (< 20 mg/kg) de gluten, en comparación a la muestra control que posee (<80 mg/kg) de gluten lo que indica que no se puede considera un producto libre de gluten.

**Tabla 19: Resultados microbiológicos de pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca y muestra control**

<b>Componente</b>	<b>Pan de molde de kiwicha germinada y almidón de oca</b>	<b>Pan de molde Muestra control</b>
Bacillus cereus (ufc/g)	<100	<100
Hongos: Mohos (ufc/g)	<10	<10

FUENTE: Lab. SAT PERU (2023).

La tabla 19 destaca que el pan de molde muestra control y pan de molde a base de kiwicha germinada y almidón de oca obtuvo valores se encuentran dentro de los límites exigidos por INACAL (2021), y la NTP 206.004 2021 para pan de molde. Donde se destaca que los lotes aceptables son  $10^2$  para *Bacillus cereus*, y  $10^2$  para mohos.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- El desarrollo de tratamientos de harina de kiwicha germinada y almidón de oca, T1 (8.50%, 41.0%) T2 (11%, 38.4%) T3 (6.50%, 42.90%) y T4 (5%, 44.40%). No influyen significativamente en sus propiedades físicas, como dureza 2.14-4.76 Kg. f, elasticidad, 0.61-0.75, gomosidad 297-828g.f, y masticabilidad 1.59-5.93 N. Sin embargo, se diferenció la cohesividad 0.12-0.22 que presentó diferencias significativas. en comparación a la muestra control; seguidamente se determinó que los tratamientos con mejores resultados físicos fueron T2, T3, y T4.
- Los tratamientos codificados T2 (571) T3 (7.59) y T4 (337) fueron sometidos a evaluación sensorial, mediante la prueba afectiva resultando con mayor aceptabilidad; en los atributos de sabor (T4), olor (T4), color (T3), apariencia general (T4) en comparación a la muestra control. Según la prueba estadística de Friedman no se obtuvo diferencias significativas. Exceptuando al atributo de apariencia general. Puede darse por coloración superficial que los tratamientos adoptaron, que presento color anaranjado oscuro. Se obtuvo una media de puntuación de 3.5 según la escala hedónica de 5 puntos; buena, y se determinó que el tratamiento con mejor aceptabilidad sensorial fue el tratamiento T4.
- La composición químico proximal y microbiológica del tratamiento T4 (5% harina de kiwicha germinada, 44.40% de almidón de oca). Presento valores de carbohidratos 51.38%, ceniza 1.94%, proteína 4.45%, humedad 31.9%, grasa 10.33%, fibra cruda 0.56% base seca y 0.38% en base húmeda y energía total 316 Kcal/100g, acidez 0.06 %, no presento contenido de gluten. Y valores (<100 UFC) para *Bacillus cereus* y (<10) para mohos. Estos parámetros cumplen lo exigido por la NTP 206.004 2021 Pan de molde. y la NTP-CODEX CXS 118 norma relativa a personas intolerantes al gluten.
-

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar la comparación de composición proximal, textural y aceptabilidad sensorial del pan de molde elaborado a base de kiwicha germinada y sin germinar, con la adición de almidón de oca y harina de oca en formulaciones distintas
- Aplicar otros granos, cereales, y frutos tropicales andinos en el desarrollo de pan sin de gluten y determinar la composición proximal, textural y aceptabilidad sensorial.
- Determinar y comparar los costos de producción de la elaboración del pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha y almidón de oca, con los panes de molde tradicionales.
- Estudiar vida útil del pan de molde libre de gluten.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, B. (2018). *Extracción y caracterización de almidón de oca (Oxalis tuberosa) de la variedad K'ellu kamusa*. (Tesis de pregrado) Universidad Peruana Union Juliaca, Perú.
- Asociación de Productores de Kiwicha, T. (2009). *Plan de negocios producción y comercialización de quiwicha*. Apurímac-Perú. Retrieved from <http://quinua.pe/wpcontent/uploads/2016/10/Plan-de-Negocios-Kiwicha-Talavera.pdf>
- AUTODEMA. (1999). *Guía para el cultivo de kiwicha*. Arequipa-perú.
- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. Pearson Education. Mexico: Pearson Education.
- Baldera, K., Chaupis, D., Cárcamo, C., Holmes, K., & García, P. (2020). Seroprevalencia poblacional de la enfermedad celiaca en zonas urbanas del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(1), 63–66. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.371.4507>
- Bazán, S. N. (2019). *Optimización del proceso de elaboración de pan celiaco utilizando harina de arroz, maíz y garbanzo*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Trujillo Trujillo, Perú.
- BCRP. (2022). *Mercado interno de oca*. Lima-perú. Retrieved from <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/consulta/grafico>
- Bravo, E. D., & Moreno, L. J. (2015). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de chontaduro (bactris gasipaes) var. Rojo cauca*. (Tesis de pregrado) Universidad de la Salle Bogota, Bogota, Colombia.
- Bravo, M., Gómez Sánchez, I., & Huapaya, M. (2013). Estudio Químico y Nutricional de Granos Andinos Germinados de Quinoa (Chenopodium Quinoa) y Kiwicha (Amarantus Caudatus). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 16(1), 54–60.
- Cajamarca, E. (2011). *Evaluación nutricional de la oca (Oxalis ruberosa sara-oca)*

- fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas*. (Tesis de pregrado) Escuela superior politecnica de chimborazo, Chimborazo, Ecuador. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.530>
- Calaveras, J. (2013). *Nuevo tratado de panificacion y bolleria*. Barcelona, España: mundi prensa libros S.A.
- Campos, R. G., Vicente, M., Chanona, J. J., Espino, S. O., & González, M. J. (2021, October). Physicochemical, rheological and sensory characterization of a gluten-free English bread added with Oxalis tuberosa flour. *Revista Mexicana de Ingeniera Quimica*, 20(3), 6–12. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Alim2572>
- Carrion, L. (2018). *Obtención de almidón y glucosa a partir de la oca (oxalis tuberosa) por hidrólisis ácida y su cinética de extracción*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Casanave, M., & Ruiz, R. (2022). *Evaluacion del aporte nutricional de los granos germinados y sin germinar de quinua, kiwicha y cañihua*. (Tesis de Maestria) Universidad Femenina del Sagrado Corazón Lima, Perú. Retrieved from <http://repositorio.unife.edu.pe/repositorio/handle/20.500.11955/463>
- Cauvain, S., & Young, L. (1998). *Technology of Breadmaking. International Journal of Food Science & Technology* (Vol. 43). New York, EEUU: acid-free text paper, manufactured in. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01645.x>
- Chamorro, R. (2018). *Valor nutricional y compuestos bioactivos de 30 accesiones de kiwicha (Amaranthus caudatus l.) del inia-perú*. (Tesis de Maestria) Universidad Agraria la Molina Lima, Perú.
- Chavez, R. (2023). *Evaluacion del perfil de textura de pan elaborado con sustitucion parcial de harina de trigo por harina de maiz*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Cajamarca Cajamarca, Perú.
- Choque, N. L., & Neira, M. M. (2017). *Efecto de la harina de quinua (Chenopodium quinoa willd) en la formulación de pan sin gluten con transglutaminasa e hidroxipropilmetilcelulos*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional San Agustin de Arequipa Arequipa, Peru. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cronquist, A. (1981). *An integrad system of classification of flowering plants*. New York,

EEUU: Columbia University Press,.

Cruz, W. (2018). *Análisis de la diversidad morfológica y estructura genética de oca cultivadas (Oxalis Tuberosa Mol.) en nueve departamentos del Perú*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.

da Costa, R. T., da Silva, S. C., Silva, L. S., da Silva, W. A., Gonçalves, A. C. A., Pires, C. V., ... Trombete, F. M. (2020). Whole chickpea flour as an ingredient for improving the nutritional quality of sandwich bread: Effects on sensory acceptance, texture profile, and technological properties. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 933–940. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000600933>

Duran, F. (2006). *Manual del ingeniero de alimentos*. Bogotá Colombia: D'vinni.

Escarcena, R. (2022). *Efecto de congelado y secado de la oca (oxalis tuberosa) sobre la capacidad antioxidante para la obtención de la kcaya*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Juliaca Juliaca, Perú.

Esquivel, I., & Cayro, E. (2018). *Elaboración de pan sin gluten a base de harina de arroz, soya y lenteja malteada diseño y evaluación de un fermentador industrial*. (Tesis de Pregrado) Universidad Católica de Santa María Lima, Perú. Retrieved from <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7833>

FACE, F. de A. de C. de E. (2009). *Cuaderno de la Enfermedad Celiaca*. Madrid, España: Fundación Tomás Pascal y Pilar Gómez Cultural.

Fano, H., & Benavides, M. (1992). *Los cultivos andinos en perspectiva, producción y utilización en el Cuzco: centro de estudios regionales andinos "Bartolomé de las Casas"*. Lima, Perú: Centro internacional de la papa.

Franco, G. (1996). *Agronomía del cultivo de la oca*. Lima, Perú.

García, D. (2021). *Determinación de la vida útil del pan de molde libre de gluten con quinua (Chenopodium quinoa)*. (Tesis de maestría) Universidad Agraria la Molina Lima, Perú.

Guardia, V. (2020). *Comparativo de rendimiento de tres variedades de kiwicha (Amaranthus caudatus l.) por efecto de dos bioestimulantes en la localidad de Marcará*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Ancash, Perú.

- Gutiérrez, E. O. (2017). *EL PAN: La masa de todas las mesas. ciencia, tecnología y conceptos prácticos*. Lima, Perú: UNiversidad Agraria la Molina.
- Hermosa, G. D. C. (2013). *Caracterización de almidones de dos tubérculos andinos: isaño (*Tropaeolum tuberosum* R&P) y oca (*Oxalis tuberosa* Mol)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- INACAL. NTP 106.105 2020 GRANOS ANDINOS. Harina de kiwicha. Requisitos (2020). Lima, Peru.
- INACAL. Norma técnica peruana NTP 206.004. Panadería, Pastelería Y Galletería. Pan de molde. Requisitos, Pub. L. No. INACAL, 11 (2021). Lima,Perú.
- INACAL. NTP-CODEX CXS 118 2017 (revisada el 2022) Norma Relativa a Los Alimentos Para Regímenes Especiales Destinados a Personas Intolerantes Al Gluten, 12 § (2022). Lima,Peru.
- INDECOPI. Norma Técnica Peruana NTP 202.001 Leche y productos lácteos. Leche Cruda. requisitos (2016). Lima, Peru.
- INIA. (2004). *Inia 407 K ' Eny Rojo (Nueva variedad de oca)*. Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria. Retrieved from [https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/oca/INIA\\_407.pdf](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/oca/INIA_407.pdf)
- Jérez, D. E. (2017). *Industrialización de granos andinos “elaboración de pan integral de quínoa (*Chenopodium Quínoa* Willd) Y Amaranto (*Amaranthus Caudatus*. L)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi Cotopaxi, Ecuador.
- Jiménez, M. E., Rossy, A., & Sammán, N. (2015). Health properties of oca (*Oxalis tuberosa*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Food y Function*, 6, 3266–3274. <https://doi.org/10.1039/C5FO00174A>
- Kurek, M. A., Wyrwicz, J., Brzeska, M., Moczowska, M., Karp, S., & Wierzbicka, A. (2018). Effect of different beta-glucan preparation pretreatments on fortified bread quality. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38(4), 606–611. <https://doi.org/10.1590/fst.06917>
- Ludvigsson, J., Leffler, D., Bai, J., Biagi, F., Fasano, A., & Green, P. (2013). The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *NIH Public Access*, 62(1), 43–52. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2011-301346>.The

- Martinez, A., Millan, M. C., Rodriguez, N. M., Millan, F., & Montserrat, S. (2020). Nutraceutical value of kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). *Journal of Functional Foods*, 65(2019), 103735. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103735>
- Matias, G., Hernández, B., Peña, V., Torres, N., Espinoza, V., & Ramírez, L. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.). *Revista de Resultados Negativos y No Positivos*, 3(6), 423–436. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2410>
- Medina, M. (2021). *Efecto del tiempo de soleado de la oca (Oxalis tuberosa), sobre la capacidad antioxidante y concentración de los azúcares*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Juliaca Juliaca, Perú.
- Meiselman, H. L., & Schutz, H. G. (2002). History of food acceptance research in the US Army. *Appetite*, 40(3), 199–216. [https://doi.org/10.1016/S0195-6663\(03\)00007-2](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(03)00007-2)
- Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). El pan y su proceso de elaboracion. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*, 3(5), 8.
- MINAGRI. (2014). *Estadística Mensual Sistema Integrado de Estadística Agraria.SIEA*. Lima-perú. Retrieved from [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/estadisticaagrariamensual/2014/bemsa\\_diciembre14-final.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/estadisticaagrariamensual/2014/bemsa_diciembre14-final.pdf)
- MINAGRI. (2018). *Manejo Agronomico practicas de conservacion de suelos, produccion, comercializacion de perspectivas de granos andinos*. Lima-perú: Biblioteca Nacional del Perú.
- Moscoso, F., & Quera, R. (2015). Enfermedad Celica: Revision. *Revista Medica Clinica Las Condes*, 26(5), 613–627. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.09.007>
- Nauca, R. (2015). *Determinación de parametros tecnologicos para la conservacion en almibar de tuberculos de oca(oxalis tuberosa)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de San Martin Tarapoto, Perú.
- Orosco, R. (2019). *Caracterizacion Funcional del almidon de dos genotipos de oca (oxalis Tuberosa Molina) cultivadas con dos aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosfatos*. (Tesis de pregrado) Universidad Tecnica de Ambato Ambato,Ecuador.
- Oxentenko, A. S., & Murray, J. A. (2015). Celiac Disease: Ten Things That Every

- Gastroenterologist Should Know. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 13(8), 1396–1404. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2014.07.024>
- Pérez, A. (2010). *Cultivo de kiwicha en la sierra central*. Lima, Perú: INIA - Repositorio Institucional.
- Peru Ecologico. (1999). *Oca (oxalis Tuberosa)*. Retrieved from [https://www.peruecologico.com.pe/flo\\_oca\\_1.htm](https://www.peruecologico.com.pe/flo_oca_1.htm)
- Polanco, I. (2015). Actualización en enfermedad celíaca: diagnóstico y actuación clínica y dietética. *Nutricion Clinica En Medicina*, 9(2), 145–156. <https://doi.org/10.7400/NCM.2015.09.2.5027>
- Redondo, A. (2016). Fundamentos de la pastelería. Retrieved from <https://docplayer.es/67875597-Fundamentos-de-l-a-pasteleria.html>
- Repo-Carrasco, V. R. (1992). *Cultivos andinos y la alimentación infantil*. Lima, Perú: CCTA comisión de coordinación de tecnología andina.
- Repo-Carrasco, V. R. (2014). *Valor nutricional y compuestos bioactivos en los cultivos andinos Re-descubriendo los tesoros olvidados*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Reyes, M., Gomez-Sanches, I., & Cecilia, E. (2017). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Lima-perú: SEGEAR SAC. Retrieved from <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rubio-Tapia, A., Hill, I. D., Kelly, C. P., Calderwood, A., & Murray, J. (2013). ACG Clinical Guidelines: Diagnosis and Management of Celiac Disease. *Am J Gastroenterol*, 5, 656–676. <https://doi.org/10.1038/ajg.2013.79>
- Santivañez, C. I. (2019). *Análisis del sector productivo en el cultivo de oca ( Oxalis tuberosa Mol ) y el manejo comercial para el incremento de oferta en el mercado local bajo las condiciones de marketing – mix en el Distrito de Comas-Concepción*. Universidad Nacional Del Centro Del Perú.
- SAT PERU. (2023). *Informes de laboratorio con resultados de de muestras*. Lima, Perú.
- Schwartz, A. (2020). *Panaderia sin gluten*. Barcelona, España: Escuela panadera.

- Sifre, M. D., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., & Tosca, P. (2018). *La harina*. New - York. EEUU: Universitat per a majors seu del norte- sant mateu.
- Silva, M. (2017). *Valorización de la oca (Oxalis tuberosa) para la obtención de mezclas biopoliméricas*. (Tesis de Pregrado) Escuela Plitecnica Nacional Quito, Ecuador.
- Suárez, C., Garrido, N. A., & Guevara, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 50(1m), 20–28.
- Sumar, L. (1993). *La kiwicha y su cultivo*. Cuzco, Perú: Centro de estudios regionales andinos Bartome de las casas.
- Surco, F. (2004). *Caracterizacion de almidones aislados de tuberculos andinos mashua (Tropaeolum tuberosum), oca (Oxalis tuberosa), olluco (Ullucus tuberosus) para su aplicacion tecnologica*. (Tesis de maestria) Universidad Nacional Mayor de san marcos Lima, Perú.
- Szczesniak, A. S. (1963). Classification of Textural Characteristics. *Journal of Food Science*, 28(4), 385–389. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x>
- Tapia, M., & Fries, A. M. (2007). *Guia de campo de los cultivoa andinos FAO y ANPE. NBER Working Papers*. Lima-perú: Bibliotea nacional del Perú.
- Tóth, M., Kaszab, T., & Meretei, A. (2022). Texture profile analysis and sensory evaluation of commercially available gluten-free bread samples. *European Food Research and Technology*, 248(6), 1447–1455. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03944-2>
- Toufeili, I., Shawky, D., Sossy, S., Noureddine, A., Sarakbi, M., & Farran, M. T. (1994). Formulation of Gluten-Free Pocket-Type Flat Breads: Optimization of Methylcellulose , Gum Arabic , and Egg Albumen Levels by Response Surface Methodology. *American Association of Cereal Chemists*, 71(6), 594–601.
- Tunque, D. (2017). *“Formulacion y elaboracion de un pan de molde enriquecido con coca (Erythroxylum coca), camote (Ipomea batata) y quinua (chenopodium quinoa willd) aplicando superficie de respuesta.”* (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga Ayacucho,Perú.
- Ureña, M., Arrigo, M., & Giron, O. (1999). *Evaluacion sensorial de los alimentos*. Lima,

Perú: UNiversidad Agraria la Molina.

Valdes, S. (2006). Hidratos de carbono. In *Química de los alimentos* (Cuarta, p. 81). Mexico: Pearson Education.

Valenzuela, A., Yáñez, C. G., & Golusda, C. (2010). ¿Mantequilla O Margarina?: Diez Años Después. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(4), 505–513. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182010000400012>

Vega, M. (2013). *Efecto de la humectación y proporción de la mezcla sobre el grado de gelatinización de extruidos obtenidos de mezclas binarias de kiwicha (Amaranthus caudatus) con griz de maíz (Zea mays L.)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional Agraria la Molina Lima, Perú.

Vera, D. (2017). Elaboración de pan de molde sin gluten embolsado a base de harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de papa (*Solanum tuberosum*) y uso de hidrocoloides, 1–125.

Yenque, J., Santos De La Cruz, E., Salas, J., Feliciano, O., & Lavado, A. (2007). Caracterización y determinación de ecotipos de oca(*oxalis tuberosa*), para el procesamiento de harinas en la Quebrada de Ancash, distrito y provincia de Yungay, Región Ancash. *Industrial Data*, 10(1), 07–10. <https://doi.org/10.15381/idata.v10i1.5925>

Yupanqui, Y. J. (2023). *Predicción de vida útil de harina de kiwicha (Amaranthus caudatus) a partir de isoterma de adsorción de agua para diferentes modelos matemáticos*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de San Cristobal de Humanga Ayacucho, Perú. Retrieved from <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5198>

Zegarra, S. (2018). *Elaboración De Un Pan Apto Para Celiacos a Base De Harina De Chenopodium Pallidicaule Aelle (Cañihua) Y Evaluación De Su Aceptabilidad Sensorial*. (Tesis de Doctorado) Universidad San Ignacio de Loyola Lima, Perú.

## ANEXOS

### Anexo 1. Tablas estadísticas de la determinación de perfil de textura

#### Análisis de varianza (ANOVA) parámetro dureza

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	3.58	4	0.9	1.52	0.268
TRATAMIENTO	3.58	4	0.9	1.52	0.268
Error	5.88	10	0.59		
Total	9.47	14			

#### Análisis de varianza (ANOVA) parámetro Cohesividad

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0.03	4	0.01	17.97	0.0001
TRATAMIENTO	0.03	4	0.01	17.97	0.0001
Error	4.50E-03	10	4.50E-04		
Total	0.04	14			

#### Prueba de comparación múltiple de Tukey

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
MP	0.26	3	0.01	A
T1	0.21	3	0.01	A B
T2	0.16	3	0.01	B C
T3	0.14	3	0.01	C
T4	0.14	3	0.01	C

**Análisis de varianza (ANOVA) parámetro elasticidad**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0.03	4	0.01	1.95	0.1781
TRATAMIENTO	0.03	4	0.01	1.95	0.1781
Error	0.04	10	3.80E-03		
Total	0.07	14			

**Análisis de varianza (ANOVA) parámetro gomosidad**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	117723.56	4	29430.89	2.72	0.091
TRATAMIENTO	117723.56	4	29430.89	2.72	0.091
Error	108270.99	10	10827.1		
Total	225994.55	14			

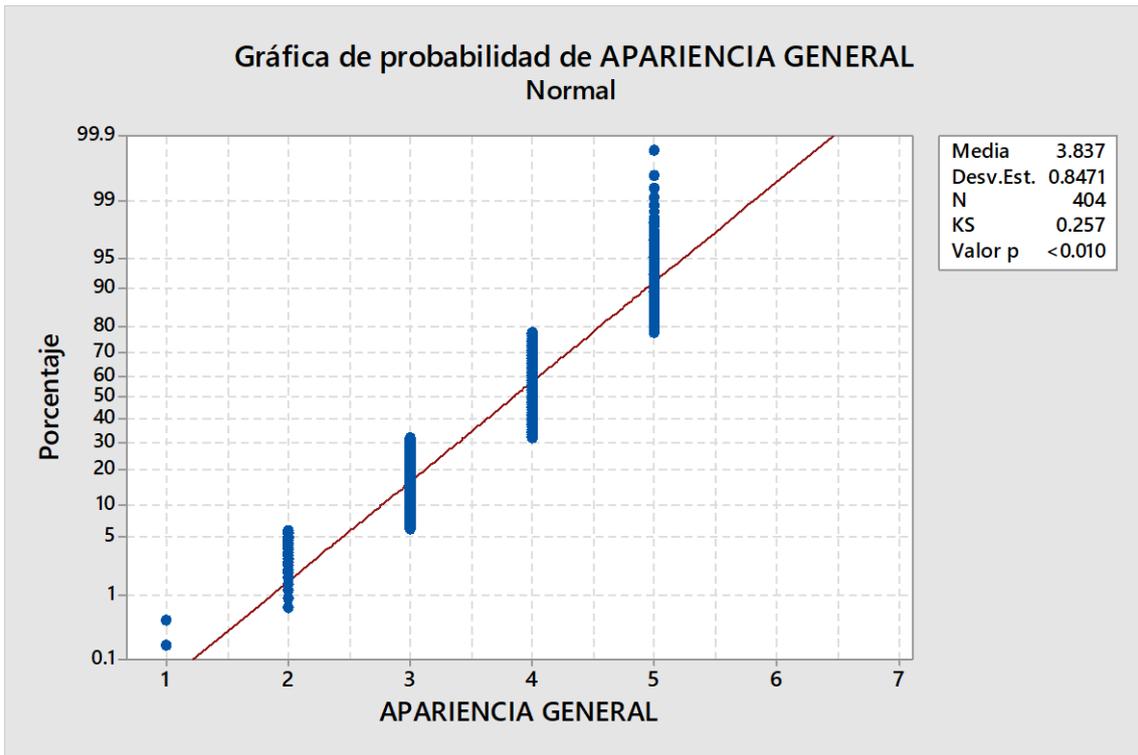
**Análisis de varianza parámetro masticabilidad**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	8.55	4	2.14	3.66	0.0436
TRATAMIENTO	8.55	4	2.14	3.66	0.0436
Error	5.83	10	0.58		
Total	14.38	14			

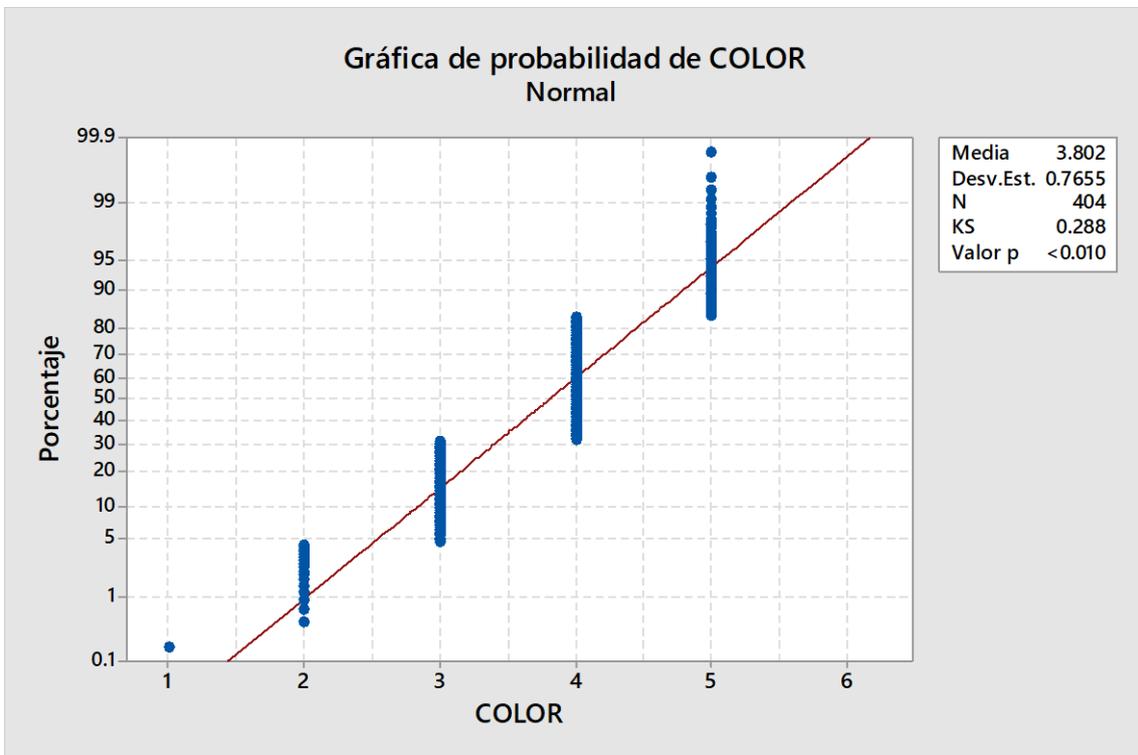
**Prueba de comparación múltiple de Tukey**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T1	4.17	3	0.44	A
T2	2.86	3	0.44	A
MP	2.32	3	0.44	A
T4	2.26	3	0.44	A
T3	2.12	3	0.44	A

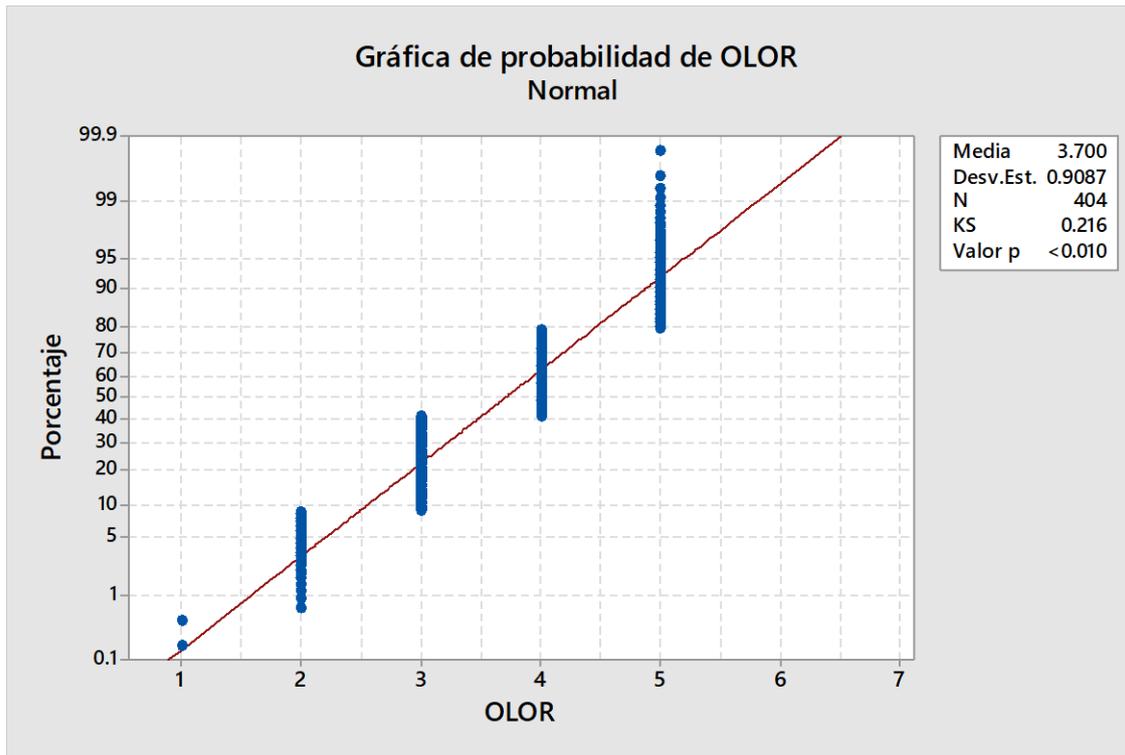
**Anexo 2. Figuras y tablas estadísticas de análisis sensorial**



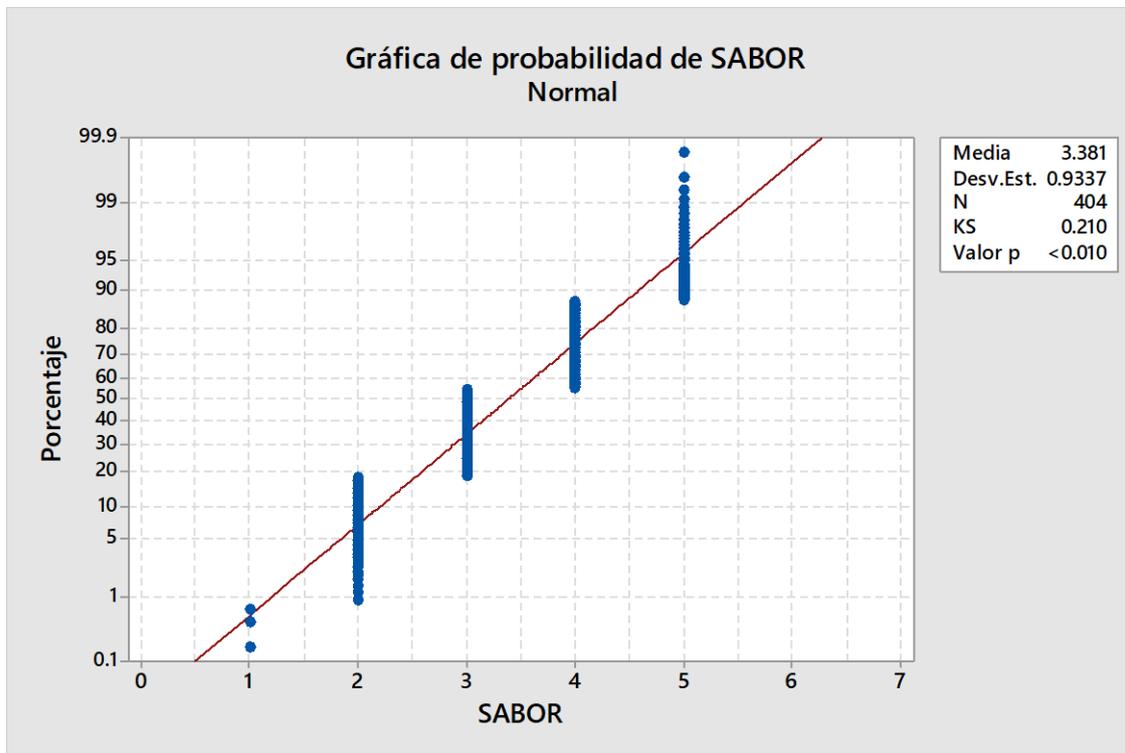
**Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para atributo apariencia general**



**Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para atributo color**



**Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para atributo olor**



**Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para atributo sabor**

### Estadístico descriptivo de Friedman para atributo de apariencia general

TRATAMIENTOS	N	Mediana	Suma de clasificaciones
MP	101	4.125	280
T2	101	3.625	194
T3	101	3.875	259.5
T4	101	3.875	276.5
General	404	3.875	

### Estadístico de prueba de Friedman para apariencia general

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	3	28.54	0
Ajustado para empates	3	42.82	0

### Estadístico descriptivo de Friedman para atributo color

TRATAMIENTOS	N	Mediana	Suma de clasificaciones
MP	101	4	264.5
T2	101	4	237
T3	101	4	262.5
T4	101	4	246
General	404	4	

### Estadístico de prueba de Friedman para color

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	3	3.13	0.372
Ajustado para empates	3	5.22	0.156

**Estadístico descriptivo de Friedman para atributo olor**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Suma de clasificaciones</b>
MP	101	3.5	263
T2	101	3.5	234
T3	101	3.5	250
T4	101	3.5	263
General	404	3.5	

**Estadístico de prueba Friedman para olor**

<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>	<b>Valor p</b>
No ajustado para empates	3	3.38	0.337
Ajustado para empates	3	4.59	0.204

**Estadístico descriptivo de Friedman para atributo sabor**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Suma de clasificaciones</b>
MP	101	3.5	258.5
T2	101	3.5	220.5
T3	101	3.5	257.5
T4	101	3.5	273.5
General	404	3.5	

**Estadístico de prueba Friedman para sabor**

<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>	<b>Valor p</b>
No ajustado para empates	3	9.07	0.028
Ajustado para empates	3	11.91	0.008

**Anexo 3. Cartilla de análisis sensorial**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES**  
**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Formulario de Evaluación Sensorial.

Nombres:.....

Fecha:.....Sexo: (M) (F) Edad: ( ) años.

**I. INSTRUCCIONES**

Observe y deguste las siguientes muestras, en el cuadro adjunto escriba el número de su preferencia según el código de tratamiento.

- Muy Bueno : 5
- Bueno : 4
- Aceptable : 3
- Regular : 2
- Desagradable : 1

ATRIBUTO SENSORIAL	TRATAMIENTOS (Codificados)			
	MP	571	759	337
Apariencia general				
Color				
Olor				
sabor				

**COMENTARIO**.....  
.....

**Anexo 4. Datos de resultado de perfil de textura por triplicado**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DUREZA (Kg f)</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>COHESIVIDAD</b>
T1	2.14	T1	0.22
T1	2.14	T1	0.22
T1	4.76	T1	0.18
T2	3.36	T2	0.13
T2	2.44	T2	0.16
T2	2.51	T2	0.19
T3	1.77	T3	0.14
T3	2.82	T3	0.14
T3	2.61	T3	0.14
T4	2.31	T4	0.17
T4	2.79	T4	0.13
T4	2.56	T4	0.12
MP	1.60	MP	0.25
MP	1.72	MP	0.27
MP	1.41	MP	0.26

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>ELASTICIDAD</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>GOMOSIDAD (g f)</b>
T1	0.71	T1	472.12
T1	0.70	T1	472.12
T1	0.75	T1	828.00
T2	0.55	T2	455.81
T2	0.71	T2	386.47
T2	0.69	T2	471.10
T3	0.68	T3	265.12
T3	0.61	T3	393.60
T3	0.58	T3	370.15
T4	0.71	T4	399.72
T4	0.63	T4	377.29
T4	0.54	T4	297.75
MP	0.61	MP	393.60
MP	0.56	MP	456.83
MP	0.59	MP	361.99

---

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MASTICABILIDAD (N)</b>
T1	3.29
T1	3.29
T1	5.93
T2	2.62
T2	2.73
T2	3.22
T3	1.87
T3	2.41
T3	2.09
T4	2.79
T4	2.39
T4	1.59
MP	2.35
MP	2.51
MP	2.10

---

## Anexo 5. Fotografías de proceso de obtención de almidón



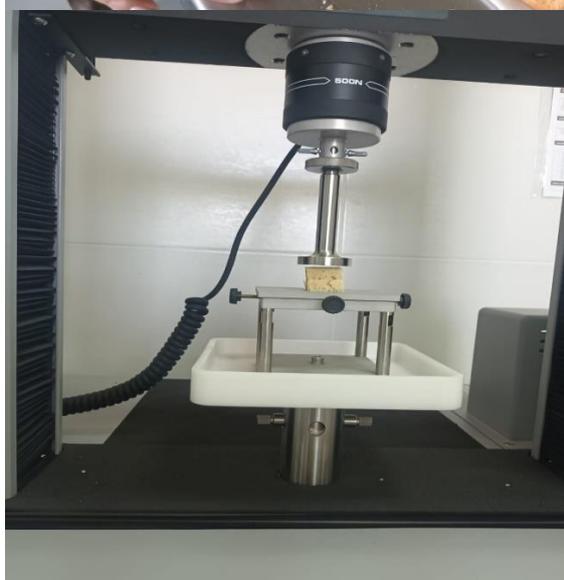
**Anexo 6. Fotografía de proceso de obtención de harina de kiwicha germinada**



## Anexo 7. Fotografía de proceso de elaboración de pan de molde



## Anexo 8. Fotografías de análisis de perfil de textura.



## Anexo 9: Fotografías de evaluación sensorial de tratamientos



**Anexo 10. Puntuación de los 101 jueces**

<b>JURADOS</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>APARIENCIA GENERAL</b>	<b>COLOR</b>	<b>OLOR</b>	<b>SABOR</b>
J1	MP	5	4	5	4
J1	571	4	3	3	3
J1	759	5	4	3	2
J1	337	4	3	4	3
J2	MP	4	5	4	4
J2	571	4	3	4	3
J2	759	4	2	3	4
J2	337	3	4	3	4
J3	MP	5	5	5	4
J3	571	3	4	3	2
J3	759	3	3	3	2
J3	337	4	4	3	4
J4	MP	5	5	5	4
J4	571	2	4	3	2
J4	759	3	3	3	2
J4	337	4	4	3	4
J5	MP	3	3	3	3
J5	571	4	4	5	3
J5	759	4	4	3	2
J5	337	4	4	3	4
J6	MP	3	3	3	3
J6	571	4	4	5	3
J6	759	4	4	3	2
J6	337	4	4	3	4
J7	MP	4	4	4	4
J7	571	4	4	5	3
J7	759	4	4	3	2
J7	337	4	4	3	4
J8	MP	3	3	4	4
J8	571	3	3	4	3
J8	759	4	4	2	2
J8	337	4	4	3	5
J9	MP	3	3	4	4
J9	571	3	3	4	3
J9	759	4	4	2	2
J9	337	4	4	3	5
J10	MP	3	3	4	4
J10	571	3	3	4	3
J10	759	4	4	2	2
J10	337	4	4	3	5
J11	MP	4	3	4	4

<<continuación>>

---

J11	571	4	4	3	4
J11	759	4	4	4	3
J11	337	4	4	4	5
J12	MP	4	3	4	4
J12	571	4	4	3	4
J12	759	4	4	4	3
J12	337	4	4	4	5
J13	MP	4	3	4	4
J13	571	4	4	3	4
J13	759	4	4	4	3
J13	337	4	4	4	5
J14	MP	4	4	3	5
J14	571	4	3	5	2
J14	759	5	4	5	5
J14	337	5	5	4	3
J15	MP	4	4	3	5
J15	571	4	3	5	2
J15	759	5	4	5	2
J15	337	5	5	4	3
J16	MP	4	4	3	5
J16	571	4	3	5	2
J16	759	5	4	5	5
J16	337	5	5	4	3
J17	MP	5	5	5	3
J17	571	4	4	4	3
J17	759	5	5	5	3
J17	337	4	4	4	3
J18	MP	5	5	5	3
J18	571	4	4	4	3
J18	759	5	5	5	3
J18	337	4	4	4	3
J19	MP	5	5	5	3
J19	571	4	4	4	3
J19	759	5	5	5	3
J19	337	4	4	4	3
J20	MP	4	5	5	4
J20	571	3	4	2	5
J20	759	4	4	3	4
J20	337	4	5	4	3
J21	MP	4	5	5	4
J21	571	3	4	2	5
J21	759	4	4	3	4
J21	337	4	5	4	3

---

<<continuación>>

---

J22	MP	4	5	5	4
J22	571	3	4	2	5
J22	759	4	4	3	4
J22	337	4	5	4	3
J23	MP	4	4	3	3
J23	571	4	4	4	5
J23	759	4	4	3	3
J23	337	4	4	3	3
J24	MP	4	4	3	3
J24	571	4	4	4	5
J24	759	4	4	3	3
J24	337	4	4	3	3
J25	MP	4	4	3	3
J25	571	4	4	4	5
J25	759	4	4	3	3
J25	337	4	4	3	3
J26	MP	4	4	3	3
J26	571	5	5	4	4
J26	759	5	5	5	5
J26	337	3	3	4	5
J27	MP	4	4	3	3
J27	571	5	5	4	4
J27	759	5	5	5	5
J27	337	3	3	4	5
J28	MP	4	4	3	3
J28	571	5	5	4	4
J28	759	5	5	5	5
J28	337	3	3	4	5
J29	MP	4	4	4	3
J29	571	3	4	3	3
J29	759	5	4	5	5
J29	337	3	4	3	3
J30	MP	4	4	4	3
J30	571	3	4	3	3
J30	759	5	4	5	5
J30	337	3	4	3	3
J31	MP	4	4	4	3
J31	571	3	4	3	3
J31	759	5	4	5	5
J31	337	3	4	3	3
J32	MP	5	4	4	4
J32	571	4	4	5	4
J32	759	4	4	4	5

---

<<continuación>>

---

J32	337	5	4	5	5
J33	MP	5	4	4	4
J33	571	4	4	5	4
J33	759	4	4	4	5
J33	337	5	4	5	5
J34	MP	5	4	4	4
J34	571	4	4	5	4
J34	759	4	4	4	5
J34	337	5	4	5	5
J35	MP	3	3	4	4
J35	571	3	3	4	2
J35	759	3	3	4	3
J35	337	2	4	4	2
J36	MP	3	3	4	4
J36	571	3	3	4	2
J36	759	3	3	4	3
J36	337	2	4	4	2
J37	MP	3	3	4	4
J37	571	3	3	4	2
J37	759	3	3	4	3
J37	337	2	4	4	2
J38	MP	4	4	3	3
J38	571	3	4	4	4
J38	759	4	4	3	4
J38	337	5	4	4	4
J39	MP	4	4	3	3
J39	571	3	4	4	4
J39	759	4	4	3	4
J39	337	5	4	4	4
J40	MP	4	4	3	3
J40	571	3	4	4	4
J40	759	4	4	5	4
J40	337	5	4	4	4
J41	MP	4	3	4	3
J41	571	3	4	3	2
J41	759	4	5	3	4
J41	337	4	3	4	4
J42	MP	4	3	4	3
J42	571	3	4	3	2
J42	759	4	5	3	4
J42	337	4	3	4	4
J43	MP	4	3	4	3
J43	571	3	4	3	2

---

<<continuación>>

---

J43	759	4	5	3	4
J43	337	4	3	4	4
J44	MP	3	3	3	4
J44	571	4	5	2	2
J44	759	3	4	4	3
J44	337	4	2	5	2
J45	MP	3	3	3	4
J45	571	4	5	3	3
J45	759	3	4	4	3
J45	337	4	3	5	3
J46	MP	3	3	3	4
J46	571	4	5	2	2
J46	759	3	4	4	3
J46	337	4	2	5	2
J47	MP	3	3	3	4
J47	571	4	5	2	2
J47	759	3	4	4	3
J47	337	4	2	5	2
J48	MP	4	3	3	2
J48	571	4	4	3	4
J48	759	4	4	3	3
J48	337	4	4	4	3
J49	MP	4	3	3	2
J49	571	4	4	3	4
J49	759	4	3	4	3
J49	337	4	4	4	2
J50	MP	4	3	3	3
J50	571	4	4	3	4
J50	759	4	4	3	3
J50	337	4	4	4	3
J51	MP	3	5	2	2
J51	571	2	2	3	4
J51	759	2	3	4	3
J51	337	5	4	5	4
J52	MP	3	5	2	2
J52	571	2	2	3	4
J52	759	2	3	4	3
J52	337	5	4	5	4
J53	MP	3	5	3	3
J53	571	3	3	3	4
J53	759	2	3	4	3
J53	337	5	4	5	4
J54	MP	5	4	5	2

---

<<continuación>>

---

J54	571	5	5	5	5
J54	759	4	5	4	5
J54	337	5	5	5	2
J55	MP	5	4	5	3
J55	571	5	5	5	5
J55	759	4	5	4	5
J55	337	5	5	5	3
J56	MP	5	4	5	3
J56	571	5	5	5	5
J56	759	4	5	4	5
J56	337	5	5	5	3
J57	MP	5	5	4	4
J57	571	3	4	5	4
J57	759	5	4	4	3
J57	337	4	4	5	3
J58	MP	5	5	4	4
J58	571	3	4	5	4
J58	759	5	4	4	3
J58	337	4	4	5	3
J59	MP	5	5	4	4
J59	571	3	4	5	4
J59	759	5	4	4	3
J59	337	4	4	5	3
J60	MP	4	3	5	4
J60	571	3	4	5	2
J60	759	3	4	5	5
J60	337	5	3	4	5
J61	MP	4	3	5	4
J61	571	3	4	5	3
J61	759	3	4	5	5
J61	337	5	3	4	5
J62	MP	4	4	5	4
J62	571	3	4	5	2
J62	759	3	4	5	5
J62	337	5	3	4	5
J63	MP	5	5	5	4
J63	571	2	4	3	2
J63	759	3	3	3	2
J63	337	4	4	3	4
J64	MP	4	4	5	4
J64	571	3	5	2	2
J64	759	3	4	3	3
J64	337	4	4	3	4

---

<<continuación>>

---

J65	MP	4	4	4	3
J65	571	4	4	5	4
J65	759	5	4	4	4
J65	337	5	4	4	4
J66	MP	4	4	4	4
J66	571	4	4	5	4
J66	759	5	4	4	4
J66	337	5	4	4	4
J67	MP	4	4	4	4
J67	571	4	4	5	4
J67	759	5	4	4	4
J67	337	5	4	4	4
J68	MP	4	4	4	5
J68	571	4	4	4	4
J68	759	5	5	4	3
J68	337	5	5	5	2
J69	MP	4	4	4	5
J69	571	4	4	4	4
J69	759	5	5	4	3
J69	337	5	5	5	3
J70	MP	4	4	4	5
J70	571	4	4	4	4
J70	759	5	5	4	3
J70	337	5	5	5	3
J71	MP	4	4	3	3
J71	571	3	3	3	2
J71	759	4	4	4	3
J71	337	3	3	2	3
J72	MP	4	4	3	3
J72	571	3	3	3	2
J72	759	4	4	4	3
J72	337	3	3	2	3
J73	MP	4	4	3	3
J73	571	3	3	3	2
J73	759	4	4	4	3
J73	337	3	3	2	3
J74	MP	4	4	4	4
J74	571	3	3	3	2
J74	759	3	3	3	3
J74	337	3	3	2	3
J75	MP	4	4	4	4
J75	571	3	3	3	2
J75	759	3	3	3	3

---

<<continuación>>

---

J75	337	3	3	2	3
J76	MP	5	4	4	4
J76	571	2	2	2	3
J76	759	3	3	2	3
J76	337	4	2	3	3
J77	MP	5	4	4	4
J77	571	2	2	2	3
J77	759	3	3	2	3
J77	337	4	2	3	3
J78	MP	5	4	4	4
J78	571	2	2	2	3
J78	759	3	3	2	3
J78	337	4	2	3	3
J79	MP	4	5	5	3
J79	571	2	3	2	2
J79	759	3	3	3	3
J79	337	4	3	4	4
J80	MP	4	5	5	4
J80	571	2	3	2	2
J80	759	3	3	3	3
J80	337	4	3	4	4
J81	MP	4	5	5	4
J81	571	2	3	2	2
J81	759	3	3	3	3
J81	337	4	3	4	4
J82	MP	4	4	5	2
J82	571	3	5	2	2
J82	759	3	4	3	3
J82	337	4	4	3	4
J83	MP	4	4	5	4
J83	571	3	5	2	2
J83	759	3	4	3	3
J83	337	4	4	3	4
J84	MP	5	4	4	3
J84	571	4	3	3	2
J84	759	4	3	4	3
J84	337	5	4	4	3
J85	MP	5	5	4	3
J85	571	4	3	3	2
J85	759	4	3	4	3
J85	337	5	4	4	3
J86	MP	5	4	4	3
J86	571	4	3	3	2

---

<<continuación>>

---

J86	759	4	3	4	3
J86	337	5	4	4	3
J87	MP	3	3	3	2
J87	571	3	3	3	4
J87	759	3	3	4	4
J87	337	3	3	3	3
J88	MP	3	3	3	2
J88	571	3	3	3	4
J88	759	3	3	4	4
J88	337	3	3	3	3
J89	MP	3	3	3	2
J89	571	3	3	3	4
J89	759	3	3	4	4
J89	337	3	3	3	3
J90	MP	4	4	3	3
J90	571	4	4	5	3
J90	759	4	4	4	4
J90	337	4	4	5	4
J91	MP	4	4	3	3
J91	571	4	4	5	3
J91	759	4	4	4	4
J91	337	4	4	5	4
J92	MP	5	5	4	4
J92	571	4	4	5	3
J92	759	4	4	4	4
J92	337	4	4	5	4
J93	MP	4	4	3	3
J93	571	3	3	3	2
J93	759	3	3	3	3
J93	337	3	3	2	3
J94	MP	2	4	3	2
J94	571	4	3	3	4
J94	759	1	1	3	3
J94	337	3	2	3	2
J95	MP	4	3	3	3
J95	571	3	3	2	4
J95	759	2	3	2	2
J95	337	2	2	2	1
J96	MP	3	4	4	3
J96	571	2	2	1	2
J96	759	4	3	3	2
J96	337	2	4	3	3
J97	MP	5	4	3	2

---

<<continuación>>

---

J97	571	4	4	1	1
J97	759	5	5	3	4
J97	337	5	5	3	4
J98	MP	1	2	2	1
J98	571	2	2	3	2
J98	759	3	3	3	2
J98	337	3	3	2	2
J99	MP	5	5	4	4
J99	571	5	5	4	4
J99	759	5	5	4	4
J99	337	5	4	4	4
J100	MP	5	4	4	4
J100	571	5	4	4	3
J100	759	5	4	4	4
J100	337	4	3	4	5
J101	MP	4	4	4	4
J101	571	4	4	3	3
J101	759	5	4	4	4
J101	337	4	4	4	5

---

## Anexo 11. Informe de laboratorio de laboratorio de harina de kiwicha



### Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 LIMA - LIMA - LINCE - TELÉFONO: 206-9280

E-mail: satperu@satperu.com ; tecnica@satperu.com www.satperu.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-009**



### INFORME DE ENSAYO N° DT-07497-01-2022

PRODUCTO : Harina de kiwicha,  
SOLICITADO POR : MONTES MENDOZA WITHTLE LENIN  
DIRECCIÓN : Psj. San Cosme S/N San Miguel - Puno - Puno  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-12-30  
FECHA DE ANÁLISIS : 2023-01-02  
FECHA DE INFORME : 2023-01-07  
SOLICITUD N° : SDT-10119-2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna  
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente  
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno transparente anudada, sin etiqueta.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 500 gramos  
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
<b>(*) Carbohidratos (g/100g)</b>	<b>63,57</b>
Ceniza (g/100g)	2,99 Base seca 2,65 Base húmeda
<b>(*) Energía total (kcal/100g)</b>	<b>382,04</b>
Fibra cruda (g/100g)	2,52 Base seca 2,23 Base húmeda
Humedad (g/100g)	11,49
Materia grasa (g/100g)	8,72 Base seca 7,72 Base húmeda
Proteína total ((Nx6,25) g/100g)	16,46 Base seca 14,57 Base húmeda

**(\*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA**

#### MÉTODOS

(\*) Carbohidratos : Por Cálculo  
Ceniza : NTP 205.004:2022, Cereales y Leguminosas, Determinación de cenizas  
(\*) Energía total : Por Cálculo  
Fibra cruda : NTP 205.003 (2016) [usando fibra de vidrio]-Coigenda Técnica I (2018), Cereales y Menestras, Determinación de la fibra cruda  
Humedad : NTP 205.002:2021, Cereales y Legumbres, Determinación del contenido de humedad, Método de rutina  
Materia grasa : NTP 205.006:2017/CT 1:2018, Cereales y Menestras, Determinación de materia grasa  
Proteína total : NTP 205.005 :2018, Cereales y Menestras, Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl)

#### Notas

Contacto: Withtlen Montes, Correo: wlenin.mm@gmail.com

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

**QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS**  
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA  
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:  
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros  
Fecha: 07/01/2023 15:59

## Anexo 12. Informe de laboratorio de harina de kiwicha germinada



### Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 LIMA - LIMA - LINCE - TELÉFONO: 206-9280

E-mail: satperu@satperu.com ; tecnica@satperu.com www.satperu.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-009**



### INFORME DE ENSAYO N° DT-07497-03-2022

PRODUCTO : Harina de kiwicha Germinada,  
SOLICITADO POR : MONTES MENDOZA WITHTLE LENIN  
DIRECCIÓN : Psj. San Cosme S/N San Miguel - Puno - Puno  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-12-30  
FECHA DE ANÁLISIS : 2023-01-02  
FECHA DE INFORME : 2023-01-07  
SOLICITUD N° : SDT-10119-2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna  
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente  
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno transparente anudada, sin etiqueta.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 500 gramos  
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
<b>(*) Carbohidratos (g/100g)</b>	<b>65,65</b>
Ceniza (g/100g)	3,00 Base seca 2,70 Base húmeda
<b>(*) Energía total (kcal/100g)</b>	<b>382,11</b>
Fibra cruda (g/100g)	2,80 Base seca 2,52 base húmeda
Humedad (g/100g)	10,06
Materia grasa (g/100g)	7,37 Base seca 6,63 Base húmeda
Proteína total ((Nx6,25) g/100g)	16,63 Base seca 14,96 Base húmeda

**(\*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA**

#### MÉTODOS

(\*) Carbohidratos : Por Cálculo  
Ceniza : NTP 205.004:2022, Cereales y Leguminosas, Determinación de cenizas  
(\*) Energía total : Por Cálculo  
Fibra cruda : NTP 205.003 (2016) [usando fibra de vidrio]-Coigenda Técnica I (2018), Cereales y Menestras, Determinación de la fibra cruda  
Humedad : NTP 205.002:2021, Cereales y Legumbres, Determinación del contenido de humedad, Método de rutina  
Materia grasa : NTP 205.006:2017/CT 1:2018, Cereales y Menestras, Determinación de materia grasa  
Proteína total : NTP 205.005:2018, Cereales y Menestras, Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl)

#### Notas

Contacto: Withtle Montes, Correo: wlenin.mm@gmail.com

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS  
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA  
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:  
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros  
Fecha: 07/01/2023 15:59

## Anexo 13. Informe de laboratorio de almidón de oca



### Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280  
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

#### INFORME DE ENSAYO N° DT-07497-02-2022

PRODUCTO : Almidón de oca,  
SOLICITADO POR : MONTES MENDOZA WITHTLE LENIN  
DIRECCIÓN : Psj. San Cosme S/N San Miguel - Puno - Puno  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-12-30  
FECHA DE ANÁLISIS : 2023-01-02  
FECHA DE INFORME : 2023-01-07  
SOLICITUD N° : SDT-10119-2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna  
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente  
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno transparente anudada, sin etiqueta.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 500 gramos  
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Carbohidratos (g/100g)	83,17
(*) Ceniza (g/100g)	0,92 Base seca 0,78 Base húmeda
(*) Energía total (kcal/100g)	336,02
(*) Fibra cruda (g/100g)	0,12 Base seca 0,10 Base húmeda
(*) Humedad (g/100g)	15,29
(*) Materia grasa (g/100g)	0,07 Base seca 0,06 Base húmeda
(*) Proteína total ((Nx6,25) g/100g)	0,83 Base seca 0,70 Base húmeda

(\*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

#### MÉTODOS

(\*) Carbohidratos : Por Cálculo  
(\*) Ceniza : NTP 205.004:2022, Cereales y Leguminosas. Determinación de cenizas  
(\*) Energía total : Por Cálculo  
(\*) Fibra cruda : NTP 205.003 (2016) [usando fibra de vidrio]-Coigenda Técnica I (2018), Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda  
(\*) Humedad : NTP 205.002:2021, Cereales y Legumbres. Determinación del contenido de humedad. Método de rutina  
(\*) Materia grasa : NTP 205.006:2017/CT 1:2018, Cereales y Menestras. Determinación de materia grasa  
(\*) Proteína total : NTP 205.005 :2018, Cereales y Menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl)

#### Notas

Contacto: Withtite Montes. Correo: wlenin.mm@gmail.com

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS  
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA  
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:  
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros  
Fecha: 07/01/2023 15:59

## Anexo 14. Informe de laboratorio de pan de molde muestra control



### Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 LIMA - LIMA - LINCE - TELÉFONO: 206-9280

E-mail: satperu@satperu.com ; tecnica@satperu.com www.satperu.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-009**



### INFORME DE ENSAYO N° DT-06318-02-2023

PRODUCTO : Pan de molde,  
SOLICITADO POR : MONTES MENDOZA WITHTLE LENIN  
DIRECCIÓN : Psj. San Cosme S/N San Miguel - Puno - Puno  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-11-02  
FECHA DE ANÁLISIS : 2023-11-02  
FECHA DE INFORME : 2023-11-10  
SOLICITUD N° : SDT-12527-2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Pan de molde Muestra Patrón  
Codificación: MP  
ESTADO / CONDICIÓN : Producto homeado en tajadas / Temperatura Ambiente  
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno sellada por 600g, con sticker.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 2 unidades  
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
Bacillus cereus Numeración (ufc/g)	<100
Hongos: Mohos Numeración (ufc/g)	<10
Acidez Titulable (g/100g)	0,09 (Expresado en ácido sulfúrico en base al 35% de la humedad)
<b>(*) Carbohidratos (g/100g)</b>	<b>49,25</b>
Ceniza (g/100g)	1,52
<b>(*) Determinación de gluten (mg/kg)</b>	<b>&gt;80</b>
<b>(*) Energía total (kcal/100g)</b>	<b>346,07</b>
<b>(*) Fibra cruda (g/100g)</b>	<b>0,50 Base seca</b> <b>0,37 Base húmeda</b>
Grasa (g/100g)	12,07
Humedad (g/100g)	27,05
Proteína ((Nx6,25) g/100g)	10,11

#### (\*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

##### MÉTODOS

Bacillus cereus Numeración	: ICMSF (1983) Vol.1, 2da. Ed., Pág. 285-286 (Traducción versión original 1978) Reimpresión 2000 en castellano (Ed. Actbia) // AOAC 980.31, 22nd. Ed. (2023) Item F. Recuento de Presumivos B. Cereus // Bacillus Cereus in Foods. Enumeration and Confirmation
Hongos: Mohos Numeración	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed., Pág. 164-167, (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Actbia) Recuento de mohos y levaduras, Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Acidez Titulable	: NTP 206.008 (1976) (Revisada 2021) Productos de Panadería. Determinación del porcentaje de acidez titulable
(*) Carbohidratos	: Por Cálculo
Ceniza	: AOAC 935.398, 22nd Ed. (2023) // AOAC 923.05, 22nd Ed. (2023). Baked Products // Ash of flour
(*) Determinación de gluten	: AOAC 2012.01, 21st. Ed. (2019). Gliadin as a Measure of Gluten in Rice and Corn Based Foods. Enzyme immunoassay Method Based on a Specific Monoclonal Antibody to the Potentially Celiac Toxic Amino Acid Prolamine sequences.
(*) Energía total	: Por Cálculo
(*) Fibra cruda	: NTP 206.003 (2016) (usando fibra de vidrio)-Co-origen Técnico I (2018). Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda
Grasa	: AOAC 935.39D, 22nd Ed. (2023) // AOAC 922.06, 22nd Ed. (2023). Baked products // Fat in flour. Acid hydrolysis method.
Humedad	: AOAC 935.39A, 22nd Ed. (2023) // AOAC 935.36, 22nd Ed. (2023). Baked products. Solids (total) in bread
Proteína	: AOAC 935.39C, 22nd Ed. (2023) // AOAC 950.34, 22nd Ed. (2023) // AOAC 984.13A, 22nd Ed. (2023). Baked products // Protein in bread // Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper catalyst Kjeldahl Method.

##### Notas

Contacto: Withtittle Montes. Correo: wlenin.mm@gmail.com

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

**BLGA. ANA CECILIA FALLA ROSADO**  
**JEFE (E) DIVISIÓN TÉCNICA**  
**C.B.P.N°2970**



Firmado digitalmente por:  
Blga. Ana Cecilia Falla  
Rosado  
Jefa(e) División Técnica  
Fecha: 10/11/2023 16:13

# Anexo 15. Informe de laboratorio de pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 LIMA - LIMA - LINCE - TELÉFONO: 206-9280  
E-mail: satperu@satperu.com ; tecnica@satperu.com www.satperu.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-009**



## INFORME DE ENSAYO N° DT-06318-01-2023

PRODUCTO : Pan de molde,  
SOLICITADO POR : MONTES MENDOZA WITHTTLE LENIN  
DIRECCIÓN : Psj. San Cosme S/N San Miguel - Puno - Puno  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-11-02  
FECHA DE ANÁLISIS : 2023-11-02  
FECHA DE INFORME : 2023-11-10  
SOLICITUD N° : SDT-12527-2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Pan de molde de harina de kiwicha germinada y almidón de oca  
Codificación: 337  
ESTADO / CONDICIÓN : Producto horneado en tajadas / Temperatura Ambiente  
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno sellada por 600g, con sticker.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 2 unidades  
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE : Ninguna (A soliditud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
Bacillus cereus Numeración (ufc/g)	<100
Hongos: Mohos Numeración (ufc/g)	<10
Acidez Titulable (g/100g)	0,06 (Expresado en ácido sulfúrico en base al 35% de la humedad)
<b>(*) Carbohidratos (g/100g)</b>	<b>51,38</b>
Ceniza (g/100g)	1,94
<b>(*) Determinación de gluten (mg/kg)</b>	<b>0</b>
<b>(*) Energía total (kcal/100g)</b>	<b>316,29</b>
<b>(*) Fibra cruda (g/100g)</b>	<b>0,56 Base seca</b> <b>0,38 Base húmeda</b>
Grasa (g/100g)	10,33
Humedad (g/100g)	31,90
Proteína ((Nx6,25) g/100g)	4,45

### (\*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

#### MÉTODOS

Bacillus cereus Numeración : ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed., Pág. 285-286 (Traducción versión original 1978) Reimpresión 2000 en castellano (Ed. Acibia) // AOAC 980.31, 22nd. Ed. (2023) Item F. Recuento de Presuntos B. Cereus // Bacillus Cereus in Foods. Enumeration and Confirmation  
Hongos: Mohos Numeración : ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed., Pág. 166-167, (Traducción versión original 1978), Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acibia) Recuento de mohos y levaduras, Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.  
Acidez Titulable : NTP 205.008 (1976) (Revisada 2021) Productos de Panadería. Determinación del porcentaje de acidez titulable  
(\*) Carbohidratos : Por Cálculo  
Ceniza : AOAC 935.39B, 22nd Ed. (2023) // AOAC 923.03, 22nd Ed. (2023). Baked Products // Ash of Flour  
(\*) Determinación de gluten : AOAC 2012.01, 21st. Ed. (2019). Gliadin as a Measure of Gluten in Rice and Corn Based Foods. Enzyme immunoassay Method Based on a Specific Monoclonal Antibody to the Potentially Celiac Toxic Amino Acid Prolamine sequences.  
(\*) Energía total : Por Cálculo  
(\*) Fibra cruda : NTP 205.003 (2016) (usando fibra de vidrio)-Corrigenda Técnica 1 (2018). Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda  
Grasa : AOAC 935.39D, 22nd Ed. (2023) // AOAC 922.06, 22nd Ed. (2023). Baked products // Fat in flour. Acid hydrolysis method.  
Humedad : AOAC 935.39A, 22nd Ed. (2023) // AOAC 935.36, 22nd Ed. (2023). Baked products. Solids (total) in bread  
Proteína : AOAC 935.39C, 22nd Ed. (2023) // AOAC 950.36, 22nd Ed. (2023) // AOAC 984.13A, 22nd Ed. (2023). Baked products // Protein in bread // Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper catalyst Kjeldahl Method.

#### Notas

Contacto: Withttle Montes. Correo: wlenin.mm@gmail.com

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

**BILGA ANA CECILIA FALLA ROSADO**  
**JEFE (E) DIVISIÓN TÉCNICA**  
**C.B.P.N°2970**



Firmado digitalmente por:  
Bilga Ana Cecilia Falla  
Rosado  
Jef(e) División Técnica  
Fecha: 10/11/2023 16:13

## **Anexo 16. Extracto de la NTP-CODEX CXS 118 Norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a las personas intolerantes al gluten.**

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP-CODEX CXS 118  
3 de 6

---

### **2.2 Definiciones auxiliares**

#### **2.2.1 Gluten**

A los efectos de la presente Norma Técnica Peruana, se entiende por “gluten” una fracción proteínica del trigo, el centeno, la cebada, la avena<sup>21</sup> o sus variedades híbridas y derivados de los mismos, que algunas personas no toleran y que es insoluble en agua y en NaCl 0,5M.

#### **2.2.2 Prolaminas**

Prolaminas son definidas como la fracción de gluten que puede ser extraída por etanol al 40 % - 70 % . La prolamina del trigo es la gliadina, del centeno es la secalina, de la cebada es la hordeína y la de avena, la avenina.

Sin embargo, se acostumbra hablar sobre sensibilidad al gluten. El contenido de prolamina del gluten se considera como 50 % .

### **3 Composición esencial y factores de calidad**

3.1 En los productos a los que se hace referencia en 2.1.1 a) y b), el contenido de gluten no deberá ser superior a 20 mg/kg en los alimentos tal como se venden o distribuyen al consumidor.

3.2 En los productos a los que se hace referencia en 2.1.2, el contenido de gluten no deberá ser superior a 100 mg/kg en los alimentos tal como se venden o distribuyen al consumidor.

3.3 Los productos regulados por la presente Norma que sustituyan a alimentos básicos importantes deberían suministrar aproximadamente la misma cantidad de vitaminas y minerales que los alimentos originales a los que sustituyen.

---

<sup>1</sup> La avena es tolerada por la mayoría de las personas intolerantes al gluten, pero no por todas. Por consiguiente, la cantidad de avena no contaminada con trigo, centeno o cebada permitida en los alimentos regulados por la presente Norma podrá determinarse a nivel nacional.

## Anexo 17. Extracto de la NTP 106.105 Granos Andinos: harina de kiwicha. Requisitos

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 106.105  
7 de 11

Los requisitos sensoriales descritos en esta NTP a los que no se les ha asignado un método de ensayo específico serán verificados por medio de evaluaciones físicas y sensoriales. Se recomienda utilizar la NTP-ISO 6658 o alguna otra específica de existir.

De ser necesario el uso de escalas, se podrá utilizar la NTP-ISO 4121.

### 4.3 Requisitos fisicoquímicos

La harina de kiwicha debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos que se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1 – Requisitos fisicoquímicos de la harina de kiwicha

Componente	Unidad	Valores		Método de ensayo
		mín.	máx.	
Humedad	%	-	12,0	NTP-ISO 712 AOAC 925.10
Proteínas	%	10,0	-	ISO 1871 AOAC 992.23
Cenizas	%	3,0	-	ISO 2171 AOAC 923.03
Grasa	%	4,0	-	AOAC 945.38
Fibra cruda	%	2,0	-	AOAC 945.38

NOTA 1: Los valores referidos están expresados en base seca.  
NOTA 2: Es pertinente declarar los valores de carbohidratos y valor energético como información nutricional del producto.  
NOTA 4: Se podrá utilizar otros métodos normalizados o validados.

### 4.4 Requisitos microbiológicos

La harina de kiwicha debe cumplir con lo especificado en la Tabla 2, de tal manera que garantice la calidad del producto y vele por la salud de los consumidores.

**Anexo 18. extracto de la NTP 206.004 2021 Panadería, pastelería y galletería. Pan de molde. Requisitos.**

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
6 de 11

5.2 El producto deberá estar exento de materias extrañas, manchas, roturas así como de olores, colores y sabores desagradables.

5.3 El producto deberá presentar uniformidad en sus dimensiones, forma, volumen y apariencia en general.

5.4 El pan de molde deberá tener una miga de textura esponjosa, de cocción homogénea, color uniforme y buena sensación de suavidad.

5.5 La tostada de pan de molde debe ser crocante, de cocción homogénea y color uniforme.

5.6 El pan de molde blanco, integral o de otras variedades fortificado deberá regirse por lo establecido en la normatividad peruana vigente y el Codex Alimentario.

**6 Requisitos**

**6.1 Requisitos fisico-químicos**

**Tabla 1 - Requisitos fisicoquímicos**

Requisitos	Unidades	Valores		Método de ensayo recomendados	
		Mínimo	Máximo		
Humedad	Para cualquier tipo de pan de molde	%	--	40 (base húmeda)	NTP 206.011 AACC 44-15.02
	Para cualquier tipo de tostada de pan molde.	%	--	6 (base húmeda)	AOAC 935.29 ISO 712
Acidez (expressada como ácido sulfúrico)	%	--	--	0.5 (base seca)	NTP 205.039 NTP 206.008
Cenizas	%	--	--	4.0 (base seca)	NTP 206.007 NTP 206.012

NOTA: Se podrán utilizar otros métodos de ensayo validados o normalizados.

## 6.2 Requisitos microbiológicos

**Tabla 2. Requisitos microbiológicos del pan molde**

Característica	n	c	m	M	Método de ensayo recomendados
Recuento de Mohos (UFC/g)	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	ISO 21527-2 FDA/BAM Cap. 18 AOAC 997.02
Recuento de <i>Bacillus cereus</i> (*) (UFC/g)	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	FDA/BAM, Cap. 14 AOAC 980.31

(\*) Para aquellos elaborados con arroz, maíz y sus derivados.

NOTA: Se podrán utilizar otros métodos de ensayo validados o normalizados.

donde:

- n = número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote;
- m = límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a "m", representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes aceptables o inaceptables;
- M = los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables; y
- c = número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre "m" y "M". Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a "c" se rechaza el lote.

## 7 Aditivos alimentarios y coadyuvantes

En la elaboración del producto estará permitido el uso de los aditivos autorizados por la normatividad peruana vigente y por el Codex Alimentario (CXC192-1995) para la categoría Pan y productos de panadería ordinaria (07.1).

UW