



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**



---

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

***Evaluación de concentraciones harinas de soja (Glycine max),  
maíz (Zea mays) y almidón de papa (Solanum tuberosum) al  
elaborar panes sin gluten.***

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

**Presentado por:**

Bach. Mejía Herrera Neiser

Bach. Rodrigo Santa Cruz Hermes

**Asesorado por:**

Juan Francisco Robles Ruiz – ORCID: 0000-0002-3771-9014

**LAMBAYEQUE-PERU  
2022**

***Evaluación de concentraciones harinas de soja (Glycine max), maíz (Zea mays) y almidón de papa (Solanum tuberosum) al elaborar panes sin gluten.***

**Presentado por:**

Bach. Mejía Herrera Neiser

Bach. Rodrigo Santa Cruz Hermes

**Aprobado por el siguiente jurado:**



**PRESIDENTE**

Dr. Ángel Wilson Mercado seminario



**SECRETARIO**

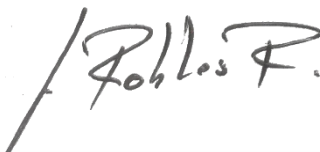
Dr. Sebastián Huangal Scheineder



**VOCAL**

Ing. Julio Humberto Tirado Vásquez

**ASESORADO POR:**



Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser el eje primordial en nuestras vidas, por brindarnos salud y permitirnos llegar hasta este lugar, siempre dando la fortaleza cuando más lo necesitamos y asimismo para poder alcanzar los objetivos trazados, por consagrarnos cotidianamente con paz y amor y por su perpetua compasión y ternura que nos da habitualmente.*

*A nuestros padres, José Walter Rodrigo Campos, Clarisa Santacruz Mejía, Antenor Mejía Guevara y María Herminda Herrera Herrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos más difíciles, por hacernos hombres de bien, por motivarnos en nuestra formación personal y académica, por infundirnos valores, inspirarnos para alcanzar el sendero del bien, por ser el motivo para alcanzar nuestros objetivos, Por poner su confianza, sin poner en tela de juicio nuestras capacidad e inteligencia, solo nos queda darles las gracias por el amor y cariño infinito que nos brindan diariamente.*

*A nuestros hermanos, por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas, por los valores y ánimos de seguir adelante, por ser unos excelentes hermanos.*

## AGRADECIMIENTO

*A **Dios**, Principalmente por concedernos la vida, energía y calma, por permitirnos llegar hasta donde estamos, por ofrecernos sabiduría, tranquilidad y fortaleza en los momentos más difíciles, para seguir luchando y nunca rendirme.*

*A **nuestros padres**, por ser un modelo a seguir, de lucha constante para que sus hijos sean profesionales y personas de bien para la sociedad, por ser unos grandiosos padres que día a día nos han inculcado, amor, paz y tranquilidad, agradecerles por brindarnos su apoyo incondicional, porque sin ustedes no podríamos haber alcanzado nuestros objetivos trazados, agradecerles por la buena formación que nos han dado y que en la actualidad nos siguen dando, gracias por esa lucha constante.*

*A nuestro asesor, el Ing. **M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz**, por el apoyo, las aclaraciones y correcciones en el presente trabajo.*

*A **nuestros maestros**, por ser transmitirnos sus conocimientos durante la carrera, especialmente a mis asesores, por la ayuda de que esta tesis sea concluida y aprobada.*

*Para ellos, ¡**Muchas gracias!***

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	14
I. ANTECEDENTES Y BASE TEÓRICA.....	16
1.1. Antecedentes.....	16
1.2. Base teórica.....	17
1.2.1 El Pan.....	17
1.2.1.1 Sistemas de elaboración .....	17
1.2.1.2 Importancia nutricional del pan.....	18
1.2.1.2.1 Valor energético .....	18
1.2.1.2.2 Carbohidratos .....	18
1.2.1.2.3 Fibra .....	20
1.2.1.2.4 Proteínas.....	20
1.2.1.2.5 Lípidos.....	20
1.2.1.2.6 Vitaminas .....	21
1.2.1.2.7 Minerales.....	21
1.2.1.3 Características de los principales ingredientes.....	22

1.2.1.4	Proceso de panificación.....	24
1.2.1.4.1	Amasado.....	24
1.2.1.4.2	Fermentación.....	25
1.2.1.4.3	Horneo .....	26
1.2.1.5	Nuevas tendencias en panificación .....	26
1.2.1.5.1	Fomento de tendencias saludables .....	26
1.2.1.5.2	Perfeccionamiento de atributos e incremento de vida de almacenamiento..	28
1.2.1.5.3	Evolución de insumos hacia la afinación de procesos .....	28
1.2.1.6	Pan sin gluten .....	29
1.2.1.7	Harinas libres de gluten.....	31
1.2.1.8	Evaluación sensorial del pan .....	31
1.2.1.9	Características físicas del pan .....	33
1.2.1.9.1	Volumen específico del pan .....	33
1.2.2	La soja ( <i>Glycine max</i> ).....	33
1.2.2.1	Valor nutricional de la harina de soja.....	34
1.2.2.2	Beneficios de la soja para la salud del ser humano .....	37
1.2.2.3	Propiedades de la harina de soja en panificación.....	37
1.2.3	El maíz ( <i>Zea mays</i> ) .....	38
1.2.3.1	Valor nutricional de la harina de maíz .....	39
1.2.4	Almidón de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) .....	40

1.2.4.1	Función del almidón de papa en panificación .....	41
1.2.5	Evaluación sensorial .....	43
1.2.5.1	Pruebas analíticas .....	43
1.2.5.2	Pruebas afectivas .....	44
1.2.5.3	Pruebas para medir aceptabilidad.....	46
II.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	47
2.1.	Tipo de investigación.....	47
2.2.	Método de investigación.....	47
2.3.	Diseño de contrastación.....	47
2.4.	Población y muestra.....	49
2.5.	Técnicas, métodos, equipos y materiales de recolección de datos .....	50
2.5.1.	Técnica .....	50
2.5.2.	Métodos de análisis .....	50
2.5.3.	Instrumentos .....	58
2.5.4.	Equipos.....	59
2.5.5.	Materiales .....	60
2.5.6.	Reactivos .....	60
2.6.	Procesamiento y análisis de datos.....	61
2.6.1.	Procedimiento experimental.....	62
III.	RESULTADOS .....	66

3.1. Caracteri químico proximal de las harinas y almidón de papa.....	66
3.2. Evaluación de las formulaciones para obtener pan sin gluten.....	67
3.2.1. Evaluación químico proximal de las masas .....	67
3.2.2. Evaluación de la retención de gas en las masas formuladas .....	67
3.2.3. Evaluación químico proximal de los panes obtenidos por cada formulación .....	70
3.2.4. Evaluación de la densidad aparente de los panes obtenidos por formulación.....	73
3.2.5. Evaluación sensorial de las formulaciones.....	75
3.2.5.1 Prueba de Shapiro Wilk para cada atributo sensorial.....	77
3.2.5.2 Prueba de Friedman.....	77
3.3. Caracterización químico próxima de la mejor formulación .....	80
IV. DISCUSIÓN .....	81
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	87
CONCLUSIONES .....	87
RECOMENDACIONES .....	88
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	89
ANEXOS.....	101



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Nutrientes en diversos panes por 100 g de producto .....	23
Tabla 2 Vitaminas y minerales - Ingesta diaria recomendada (IDR).....	28
Tabla 3 Ingredientes esenciales empleados en la panificación .....	30
Tabla 4 Valor nutricional de la harina de soja por cada 100g .....	52
Tabla 5 Composición química de la harina de maíz en base a 100g .....	56
Tabla 6 Determinación de formulaciones .....	65
Tabla 7 Caracterización químico proximal de las harinas de soja, maíz y almidón de papa de cada formulación evaluada .....	82
Tabla 8 Caracterización químico proximal de las formulaciones para obtener pan sin gluten.....	83
Tabla 9 Valores de Retención de gas por formulación para obtener pan sin gluten.....	83
Tabla 10 Homogeneidad de varianza para el Porcentaje de retención de gas .....	84
Tabla 11 Análisis de varianza para el porcentaje de retención de gas por formulación ..	84
Tabla 12 Contraste de medias para subconjuntos homogéneos: Porcentaje de retención de gas por formulación .....	85
Tabla 13 Valores de composición químico proximal de los panes obtenidos por formulación .....	86
Tabla 14 Homogeneidad de varianza para el Porcentaje de proteína en los panes obtenidos por formulación.....	87
Tabla 15 Análisis de varianza para el porcentaje de proteína en los panes	

obtenidos por formulación.....	87
Tabla 16 Contraste de medias para subconjuntos homogéneos: Porcentaje de proteína en los panes obtenidos por formulación .....	88
Tabla 17 Valores promedio de densidad aparente de los panes obtenidos por formulación.....	89
Tabla 18 Homogeneidad de varianza para la Densidad aparente en los panes obtenidos por formulación.....	89
Tabla 19 Análisis de varianza para la Densidad aparente obtenida en los panes obtenidos por formulación.....	90
Tabla 20 Contraste de medias para subconjuntos homogéneos: Densidad aparente en los panes obtenidos por formulación.....	90
Tabla 21 Puntaje de la evaluación sensorial para los panes de acuerdo a cada formulación.....	92
Tabla 22 Ensayo de normalidad - Shapiro Wilk por atributo de cada formulación .....	93
Tabla 23 Prueba de Friedman .....	94
Tabla 24 Prueba de comparación multiple por atributo.....	95
Tabla 25 Especificación de los componentes de la mejor formulación para obtener panes sin gluten .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Hidrólisis de almidón .....	35
Figura 2 Participación de la congelación en las nuevas tendencias en panificación .....	37
Figura 3 Inserción de harinas de: a) avena, b) trigo, c) centeno, d) cebada, y e) maíz en la formulación de panes.....	43
Figura 4 Soya ( <i>Glycine max L.</i> ) .....	50
Figura 5 Granos y mazorca de maíz .....	54
Figura 6 Categorización de los planes de evaluación sensorial .....	61
Figura 7 Diseño de la experimentación en la producción de pan sin gluten con harina de soja, maíz y almidón de papa .....	64
Figura 8 Flujo definitivo para la obtención de panes sin gluten .....	81
Figura 9 Gráfico de medias del porcentaje de retención de gas por formulación .....	85
Figura 10 Gráfico de comparación de valores medios de composición químico proximal de los panes por cada formulación .....	86
Figura 11 Gráfico de medias del porcentaje de proteína en los panes obtenidos por formulación.....	88
Figura 12 Gráfico de medias de la Densidad Aparente en los panes obtenidos por formulación.....	92
Figura 13 Pesado y mezclado de materia prima e insumos .....	100
Figura 14 Programación del proceso de horneado.....	100
Figura 15 Panes en proceso de horneado.....	101

Figura 16 Control de proceso de horneado .....	101
Figura 17 Productos de pan sin gluten .....	101

## ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1 Tomas fotográficas de la investigación.....	117
Anexo 2 Determinación de la retención de gas por formulación.....	118
Anexo 3 Evaluación del contenido de proteína por formulación .....	122
Anexo 4 Evaluación de la densidad aparente en los panes por formulación .....	126
Anexo 5 Formato de evaluación sensorial .....	130
Anexo 6 Resultados de Prueba de Friedman .....	131

## RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y tuvo como objetivo principal Evaluar las concentraciones de harinas de soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) al elaborar panes sin gluten que permita obtener un producto aceptable al consumidor, buscando una alternativa a la cada vez más creciente población celiaca.

Las materias primas: harinas de maíz, soja y almidón de papa fueron todas adquiridas en el mercado mayorista Santa Celia – Provincia de Cutervo - Cajamarca. y posteriormente caracterizadas mediante análisis químico proximal. Se formularon los tratamientos: F1(HS10HM30AP15), F2(HS20HM25AP10), F3(HS25HM10AP20) y F4(HS15HM15AP25) para luego ser caracterizados mediante un análisis químico proximal, retención de gas, densidad aparente y sensorialmente (30 panelistas con una escala hedónica de 9 puntos), los resultados paramétricos fueron evaluados con un análisis de varianza y prueba de tukey (programa SPSS versión 23) y los no paramétricos con la prueba de Friedman, todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Buscando relacionar estas variables buscando la formulación que satisfaga nutricional y sensorialmente al consumidor.

Los resultados obtenidos dieron como mejor tratamiento a la formulación 2 (20% de harina de soja, 25% de harina de maíz y 10% de almidón de papa), presentando las siguientes características: humedad 19%, materia seca 81%, proteína 16%, lípidos 9%, carbohidratos 71%, cenizas 4%, energía 429 kcal, retención de gas 55.5%, densidad aparente 0.48g/ml y sensorialmente: color 7.7 puntos, olor 7.2 puntos, sabor 7.8 puntos y textura 6.7 puntos.

Finalmente se concluye que empleando proporciones adecuadas de harinas de soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) es factible elaborar panes sin gluten con atributos sensoriales, características físicas y nutricionales que satisfacen las necesidades de consumidores cada vez más exigentes.

Palabras clave: soja, maíz, almidón de papa, celíacos, pan

## ABSTRACT

The present research was carried out at the Pedro Ruiz Gallo National University and its main objective was to evaluate the concentrations of soy flour (*Glycine max*), corn (*Zea mays*) and potato starch (*Solanum tuberosum*) when making gluten-free breads that allow obtaining a product acceptable to the consumer, looking for an alternative to the increasingly growing celiac population.

The raw materials: corn flour, soybean and potato starch were all acquired in the wholesale market Santa Celia - Cutervo Province - Cajamarca. and later characterized by proximal chemical analysis. The treatments were formulated: F1 (HS10HM30AP15), F2 (HS20HM25AP10), F3 (HS25HM10AP20) and F4 (HS15HM15AP25) to later be characterized by a proximal chemical analysis, gas retention, apparent and sensory density (30 panelists with a hedonic scale of 9 points), the parametric results were evaluated with an analysis of variance and Tukey's test (SPSS version 23 program) and the non-parametric ones with the Friedman test, all statistical analyzes were performed with a confidence level of 95%. Seeking to relate these variables looking for the formulation that nutritionally and sensually satisfies the consumer.

The results obtained gave formulation 2 as the best treatment (20% soy flour, 25% corn flour and 10% potato starch), presenting the following characteristics: humidity 19%, dry matter 81%, protein 16 %, lipids 9%, carbohydrates 71%, ash 4%, energy 429 kcal, gas retention 55.5%, apparent density 0.48g / ml and sensory: color 7.7 points, smell 7.2 points, flavor 7.8 points and texture 6.7 points.

Finally, it is concluded that using adequate proportions of soy flour (*Glycine max*), corn (*Zea mays*) and potato starch (*Solanum tuberosum*) it is feasible to produce singluten breads with sensory attributes, physical and nutritional characteristics that satisfy the needs of consumers each time. More demanding.

Keywords: soy, corn, potato starch, celiac disease, bread

## INTRODUCCIÓN

El pan es uno de los derivados de la harina de trigo de mayor consumo en el mundo; no obstante, existe un sector de la población cada vez más grande que revela intolerancia a las prolaminas presentes en el trigo y otros cereales como avena, la cebada y el centeno. Este serio síndrome, caracterizado por una mal absorción intestinal es llamado enfermedad celíaca y puede llevar a una severa malnutrición (Sánchez *et al.*, 2002).

La presente investigación propone emplear materias alternas a la harina de trigo como son las harinas de maíz, soja y almidón de papa que permitan elaborar pan sin gluten. Rodrigo (2016), expresa que la enfermedad celiaca (EC), no distingue razas y tiene una prevalencia media de 1 a 2 por ciento de los habitantes del mundo. Expresando Niewinski (2008), que la única terapia es la exclusión de las prolaminas de la dieta.

La harina de maíz presenta un sabor particular y nutrientes que la hacen de importancia en la industria panificado (Amendola & Rees, 2003). Sin embargo, su contenido de proteínas es inferior en cantidad y presencia de aminoácidos esenciales (lisina) por lo que es fundamental complementarla con harina de soya, legumbre que contiene 40 por ciento de proteína en base seca y su aporte de aminoácidos complementa a la de los cereales (Jiménez, 2008). Turcios (2004), expresa que la harina de soya es altamente rica en lisina y deficitaria en metionina y triptófano, aminoácidos presentes en cereales.

Por otro lado, Muñoz *et. al* (2015), precisa que el almidón aparte de proporcionar los azúcares fermentables confiere propiedades funcionales a los derivados de panificación.



Concretamente, el almidón de papa es utilizado por su capacidad de retener agua y mejorar la suavidad de los panes (Yusuph *et al.*, 2003).

Con la presente investigación se busca valorar la influencia de estos ingredientes en las características químico proximal, físicas y sensoriales del pan sin gluten, aportar al desarrollo de productos libres de gluten, que tengan buena aceptabilidad del consumidor y con un apreciable contenido nutricional.

Por lo anterior expuesto el problema planteado para esta investigación es:

¿En qué medida las concentraciones de harinas de soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) permitirán elaborar panes libres de gluten seguros y que satisfagan las necesidades de los consumidores con enteropatía sensible al gluten?

Siendo los objetivos expuestos:

- Evaluar las concentraciones de harinas de soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) al elaborar panes sin gluten que permita obtener un producto aceptable al consumidor.
- Caracterizar mediante análisis químico proximal las harinas y almidón empleados en la presente investigación
- Determinar características como retención de gas y densidad aparente, de la mejor formulación en la formulación de panes sin gluten
- Realizar análisis sensorial del producto final para determinar el grado de aceptación de la propuesta.
- Determinar las características químico proximales del mejor tratamiento.

## **I. ANTECEDENTES Y BASE TEÓRICA**

### **1.1. Antecedentes**

Zegarra (2018), en su investigación formulo un pan para celiacos a partir de harina de cañihua, concluyendo que la formulación más destacada tuvo como componentes: harina de cañihua (8,3%), almidón de yuca (15,4%), fécula de maíz (5,9%), azúcar (7,1%), suero de leche (3,6%) y goma Xantán (1,2%), con un calificativo promedio de 4,69 puntos en una escala hedónica de 5 puntos.

Pacheco (2016), emplea almidón de ´papa en la formulación de panes sin gluten demostrando que es posible obtener panes libres de gluten a partir de harina no convencional como es la harina de quinua y estableciendo una excelente alternativa de nutrición para personas celíacas.

Sciarini (2011), plantea elaborar panes sin gluten empleando harinas de arroz, maíz y soja, demostrando que la harina de soja mejoró el volumen específico de los panes.

Córdova (2014), evaluó la importancia del almidón de papa en el desarrollo de nuevos productos panificables. Concluyendo que el almidón de papa permite reducir costos de producción, mehora atributos sensoriales e incrementa su vida útil.

Cerón et. al. (2010), evaluó la utilización de harina papa en derivados de panificación demostrando que un porcentaje de aplicación del 20 por ciento evidencia la mejor aceptación.

## **1.2. Base teórica**

### **1.2.1 El Pan**

El pan desde hace mucho tiempo fue fuente de nutrientes y energía y actualmente es un componente indispensable de la dieta de las personas en el mundo, cada cultura le ha otorgado atributos físicos y sensoriales muy singulares (Jiménez & Salgado, 2012).

Según Heiniö (2006), elaborar panes es sencillo y sus ingredientes básicos son: harina, agua, sal y levadura. Analizando el pan tecnológicamente, es una mezcla de nutrientes compleja, presentando cambios acelerados en su estructura. Siendo el principal la retrogradación del almidón, que recibe el nombre de envejecimiento y tiene como consecuencias el endurecimiento de la miga por merma de su contenido de agua, aflojamiento de la corteza y modificaciones del sabor (Badui, 2006; Cauvain, Stanley & Young, 2007).

Finalmente, el pan es un alimento primordial que incorpora en su elaboración diversos componentes entre ellos hidrocoloides como el almidón, que le permita obtener corteza crujiente, miga uniforme y con atributos sensoriales de las materias e insumos empleados (Geovanny et. al., 2010; Hernández, 2012).

#### **1.2.1.1 Sistemas de elaboración**

Según Callejo (2002), la levadura define el tipo de proceso para obtener pan.

- **Directo:** Emplea tan solo levadura comercial. Necesita 45 minutos de reposo de la masa previa a la división. No se recomienda en procedimientos mecanizados. Menos frecuente (Quaglia, 1991).

- **Mixto:** Emplea levadura natural (masa madre) y comercial. Necesita 10 a 20 minutos de reposo de la masa previa a la división. Aplicable a divisora volumétrica. Más usado en la elaboración de pan (Stanley, Cauvain & Young, 2002).
- **Esponja o indirecto:** Se fundamenta en preparar una masa líquida (esponja) con el 30 – 40% de la harina, toda la levadura (comercial) y agua en la misma proporción de la harina. Necesita unas horas de reposo para luego adicionar la diferencia de harina y agua, para luego continuar como en el método directo. Empleado en la elaboración de pan de molde y francés (Callejo, 2002).

#### **1.2.1.2 Importancia nutricional del pan**

Variable importante en los componentes del pan es su grado de extracción (Gimeno, 2013).

##### **1.2.1.2.1 Valor energético**

Alimento energizante pues suministra aproximadamente de 220 a 285 kcal/100g, valor sujeto a la variedad de pan evaluada (Tabla 1). Usualmente los panes que presentan miga esponjosa aportan menor energía que los de miga firme. Lo cual se explica por la diferencia en el contenido de humedad (29 por ciento para panes con miga esponjosa y 19 por ciento para los de miga firme (Gimeno, 2013).

##### **1.2.1.2.2 Carbohidratos**

Son los elementos mayoritarios en el pan, siendo el almidón el más importante y complejo. Así también, el pan integral presenta valores inferiores de almidón, su digestibilidad es semejante (Gimeno, 2013).

**Tabla 1***Nutrientes en diversos panes por 100 g de producto*

<b>Característica</b>	<b>Pan Blanco</b>	<b>Pan Blanco tipo Baguette</b>	<b>Pan Blanco tostado</b>	<b>Pan Integral</b>	<b>Pan de molde</b>
Energía (kcal)	261	258	262	221	272
Proteína (g)	8.5	9.7	6.8	7.0	7.8
Hidratos de carbono (g)	51.5	50.6	46.0	38.0	49.9
Almidón (g)	41.8	48.7	42.8	36.2	47.9
Azúcares simples (g)	1.9	1.9	3.2	1.8	2.0
Fibra (g)	3.5	3.5	5.3	7.5	3.6
Lípidos (g)	1.6	1.1	4.4	2.9	3.8
AGS (g)	0.39	0.20	0.97	0.54	0.74
AGM (g)	0.28	0.10	1.9	0.41	1.9
AGP (g)	0.34	0.40	0.98	1.2	1.2
Colesterol (mg)	0	0	0	0	0
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0.086	0.09	0.36	0.34	0.20
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0.06	0.05	0.27	0.09	0.05
Equivalente de niacina	3.0	3.3	6.2	5.5	3.1
Vitamina B <sub>6</sub>	0.06	0.05	0.27	0.09	0.05
Equivalentes de folato	23	24	21	39	38
Ácido pantoténico (mg)	0.3	0.39	0.3	0.65	0.3
Vitamina E (mg)	Trazas	0.18	0.01	0.18	Trazas
Vitamina K (µg)	1.9	1.9	3.0	3.4	3
Calcio (mg)	56	23	114	54	91
Fosforo (mg)	91	110	92	200	79
Hierro (mg)	1.6	1.5	1	2.7	2.3
Zinc (mg)	0.61	0.7	0.78	1.8	0.5
Magnesio (mg)	25.1	28	25	76	21.9
Sodio (mg)	540	570	551	550	530
Potasio (mg)	110	130	160	230	129
Selenio (mg)	28	28	33.6	35	28

Nota. Hernández (2010)

#### **1.2.1.2.3 Fibra**

A nivel nutricional se recomienda que la relación entre fibra soluble e insoluble sea 1:3. La fibra de los cereales tiene un mayor contenido en fracción insoluble, siendo la proporción de fibra soluble del 2-3%. Los beneficios atribuidos al consumo de fibra insoluble son disminución del apetito, disminución de la ingesta y disminución del índice glucémico (Gimeno, 2013).

#### **1.2.1.2.4 Proteínas**

Según Gimeno (2013), el valor proteico del pan se ve influenciado por el tipo de harina y proceso de elaboración. Adicionalmente menciona que los panes obtenidos a partir de masas congeladas y los panes precocidos necesitan harinas fuertes (mayor contenido proteico), trayendo como consecuencia panes con un nivel proteico más elevado. Por otro lado, informa que los panes comunes presentan bajo valor biológico, debido a su imitación de aminoácidos esenciales.

Royo-Bordonada et al. (2003), demuestran que consumir pan cubre el 6,3% de los requerimientos proteicos en niños, valorándose como la tercera fuente de aporte proteico diario.

#### **1.2.1.2.5 Lípidos**

La presencia de este componente en el pan es variado tal como lo muestra la Tabla 1, donde se observa valores altos en el pan de molde (3,8%) e integral (2,9%) en comparación al pan blanco (1,6%) y baguette (1,1%). La fracción lipídica está compuesta principalmente por ácidos oleico y linoleico, haciéndolo un alimento saludable (Gimeno, 2013).

#### **1.2.1.2.6 Vitaminas**

Entre las vitaminas que destacan en el pan son la tiamina (B<sub>1</sub>), niacina (B<sub>2</sub>), piridoxina (B<sub>6</sub>) y ácido fólico (B<sub>9</sub>). Consiguiendo cubrir con 100 g de pan blanco el 5% de la ingesta diaria recomendada (IDR)

El pan es un alimento con un contenido importante en vitaminas. Destacan algunas del grupo B, especialmente la B<sub>1</sub> o tiamina, B<sub>3</sub> o niacina, B<sub>6</sub> o piridoxina y los folatos (B<sub>9</sub> o ácido fólico). De hecho, el consumo de 100 g de pan blanco cubre más del 5% de la ingesta diaria recomendada (IDR) (Gimeno, 2013).

#### **1.2.1.2.7 Minerales**

En el pan es destacable su nivel de selenio, el mismo que se encuentra vinculado con la protección antioxidante del organismo, por otro lado 100 g de pan blanco o integral proporcionan cubren más del 5% de las IDR para el calcio, fósforo, hierro, magnesio y selenio (Gimeno, 2013). Así también el autor resalta que en el pan integral el contenido de minerales es superior al pan blanco.

En referencia al contenido en calcio del pan, aunque es relativamente bajo (Tabla 1), la contribución a la IDR puede ser apreciable teniendo en cuenta el consumo habitual de pan y más si éste se acerca a los niveles recomendados. También puede ser mayor en el caso de panes enriquecidos o en panes especiales a los que se añade leche, por ejemplo, el pan de Viena (Gimeno, 2013).

Su contenido de fósforo le concede propiedades quelantes, que involucra la biodisponibilidad de calcio, zinc y hierro. Sin embargo, durante el proceso de elaboración del pan tienen lugar (Gimeno, 2013).

**Tabla 2**

*Vitaminas y minerales - Ingesta diaria recomendada (IDR)*

<b>Vitaminas</b>	<b>IDR (Unidades)</b>	<b>Mineral</b>	<b>IDR (Unidades)</b>
Vitamina A	800 µg	Potasio	200 mg
Vitamina D	5 µg	Cloruro	800 mg
Vitamina E	12 mg	Calcio	800 mg
Vitamina K	75 µg	Fósforo	700 mg
Vitamina C	80 mg	Magnesio	375 mg
Tiamina (B <sub>1</sub> )	1.1 mg	Hierro	14 mg
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	1.4 mg	Zinc	10 mg
Niacina (B <sub>3</sub> )	16 mg	Cobre	1 mg
Piridoxina (B <sub>6</sub> )	1.4 mg	Manganeso	2 mg
Ácido fólico (B <sub>9</sub> )	200 µg	Fluoruro	3.5 mg
Cianocobalamina (B <sub>12</sub> )	2.5 µg	Selenio	55 µg
Biotina (B <sub>7</sub> )	50 µg	Cromo	40 µg
Ácido pantoténico	6 mg	Molibdeno	50 µg
		Yodo	150 µg

Nota. Hernández (2010)

### **1.2.1.3 Características de los principales ingredientes**

Las características se presentan en la tabla 3.



**Tabla 3***Ingredientes esenciales empleados en la panificación*

Ingrediente	Función	Descripción
Harina	Estructura <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proteína (gliadina + glutenina) + agua, forma material viscoelástico (gluten).<sup>1</sup></li> <li>2. Almidón + agua + calor, forma una pasta viscosa que gelatiniza después del horneado.<sup>1</sup> Durante el almacenamiento, el almidón se cristaliza (retrogradación) y contribuye a la firmeza del pan (en gran medida causa el envejecimiento).<sup>1</sup></li> <li>3. Contenido de proteína en la harina de pan: 11-13 por ciento (sobre la base de 14 por ciento de humedad).<sup>1</sup></li> </ol>
Agua	Hidratación <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hidrata la proteína para formar gluten.<sup>1</sup></li> <li>2. Hidrata pentosanos (polisacáridos de la pared celular de la harina no amilácea) y gránulos de almidón dañados.<sup>1</sup></li> <li>3. Solvente, agente dispersante y medio para las reacciones químicas y bioquímicas.<sup>1</sup></li> <li>4. Ayuda al desplazamiento de la masa.<sup>1</sup></li> </ol>
Levadura	Leudante <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Produce CO<sub>2</sub> y etanol por fermentación de azúcares fermentescibles.<sup>1</sup></li> <li>2. Acondiciona la masa bioquímicamente.<sup>1</sup></li> <li>3. Forma precursores del aroma.<sup>1</sup></li> <li>4. La velocidad de la fermentación es controlada por la temperatura, disponibilidad de nutrientes nivel de agua, pH, concentración de azúcar, sal y el nivel de levadura.<sup>1</sup></li> </ol>
Sal	Potenciador del sabor <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ayuda a controlar la fermentación.<sup>1</sup></li> <li>2. Endurece la masa por interacción con el gluten.<sup>1</sup></li> <li>3. Extiende el tiempo de desarrollo de la masa (la adición posterior en la masa disminuye el tiempo de amasado entre 10 a 20 por ciento).<sup>1</sup></li> <li>4. Sabor.<sup>2</sup></li> </ol>
Azúcar	Fuente de energía de la levadura <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carbohidratos fermentescibles.<sup>1</sup></li> <li>2. Sabor, azúcares residuales, subproductos de la fermentación, compuestos de tipo Maillard durante el horneado.<sup>1</sup></li> <li>3. Color de la costra; resultado de la caramelización (azúcar + calor) y pardeamiento no enzimático (azúcar reductor + aminoácidos).<sup>1</sup></li> </ol>
Grasa (shortening) <sup>3</sup>	Lubricante <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Facilita la expansión de células de gas en la masa.<sup>1</sup></li> <li>2. Lubrica y favorece el corte de panes.<sup>1</sup></li> <li>3. Extiende la vida útil.<sup>1</sup></li> <li>4. Suaviza la costra.</li> </ol>

Nota. <sup>1</sup>Doerry (1995) citado por Hui et al. (2006). <sup>2</sup> Hoseney (1991).

#### **1.2.1.4 Proceso de panificación**

##### **1.2.1.4.1 Amasado**

Permite formación y desarrollo del gluten (conocido como red proteica), modificando características físico-químicas de la masa para tolerar la fermentación. Estrictamente lo que se consigue es la extensibilidad de la masa. Su calidad depende de la cuantía de proteína, nivel de oxidación y nivel de grasa en la harina (Coultate, 2007).

Brandt et. al. (2005), menciona que es el tratamiento mecánico de la masa, la misma que debe alcanzar suficiente plasticidad para soportar los gases de la fermentación.

#### **Funciones:**

- Estandarización, logrando la fusión de los ingredientes, perdiendo su individualidad.

Las responsables de la absorción de agua son las proteínas que duplican su volumen, la fracción de almidón dañado (5 – 7% del total) absorbe rápidamente agua, la poca dextrina en la harina (previa a la acción de las enzimas diastáticas) y por último las pentosas

- Desarrollo del gluten, da inicio con la hidratación de los albuminoides, los mismos que se encuentran distribuidos en la masa y facilitan así la formación de la estructura que confiere a la masa elasticidad y plasticidad para retener el CO<sub>2</sub> producido en la fermentación.
- Blanqueado de la masa, que tiene como responsable al oxígeno introducido durante el amasado.

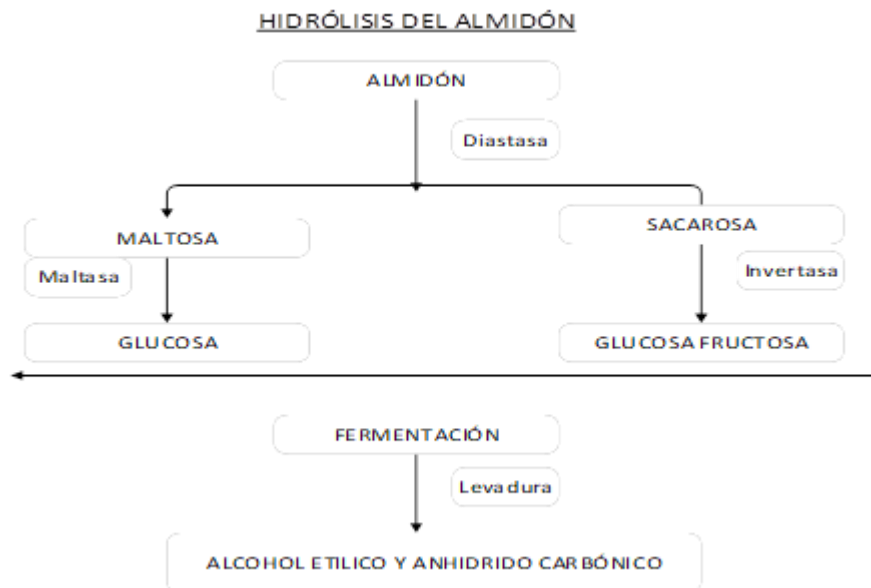
- Incremento de volumen, producido en un inicio por el oxígeno y finalmente por CO<sub>2</sub> formado en el amasado.
- Durante el amasado la temperatura de la masa se eleva siendo necesario emplear agua fría para controlarla (Stanley et. al., 2002).

#### 1.2.1.4.2 Fermentación

Su temperatura ideal es de 26°C, en la fermentación alcohólica es fundamental producir y retener el gas, Existiendo factores que promueven su formación como: Suministro adecuado de azúcares, aumento en la concentración de la levadura y temperatura adecuada 26 a 27°C. De igual forma existen variables que limitan su formación como aumento de sal, temperaturas elevadas o muy bajas, poca levadura, fermentación corta (Stanley et al. 2002.).

**Figura 1**

*Hidrólisis de almidón*



Nota. Recuperado de “Transformación del Trigo en Pan.” Brandt et al. (2005)

Coultate (2007), indica que una fermentación corta no permite la formación de ácidos que trae como consecuencia un pobre aroma y sabor del pan.

#### **1.2.1.4.3 Horneo**

Permite la cocción de la masa, siendo necesario temperaturas de 190 y 270 °C.

#### **Cambios durante la cocción**

Incremento de la actividad de la levadura y producción alta de CO<sub>2</sub>; Así también durante este proceso la levadura se inactiva y se limita el aumento de volumen a los 40 °C, la levadura muere a los 55°C y el almidón gelatiniza; la diastasa desdobla el almidón en maltosa y al alcanzar a 77 °C se suspende su acción. Por otro lado, a partir de los 50°C y hasta los 80°C se alteran las proteínas del gluten, luego entre los 110°C a 120°C se da la caramelización de la superficie del pan y su cocción se da a los 200 °C (Brandt et al. 2005).

#### **1.2.1.5 Nuevas tendencias en panificación**

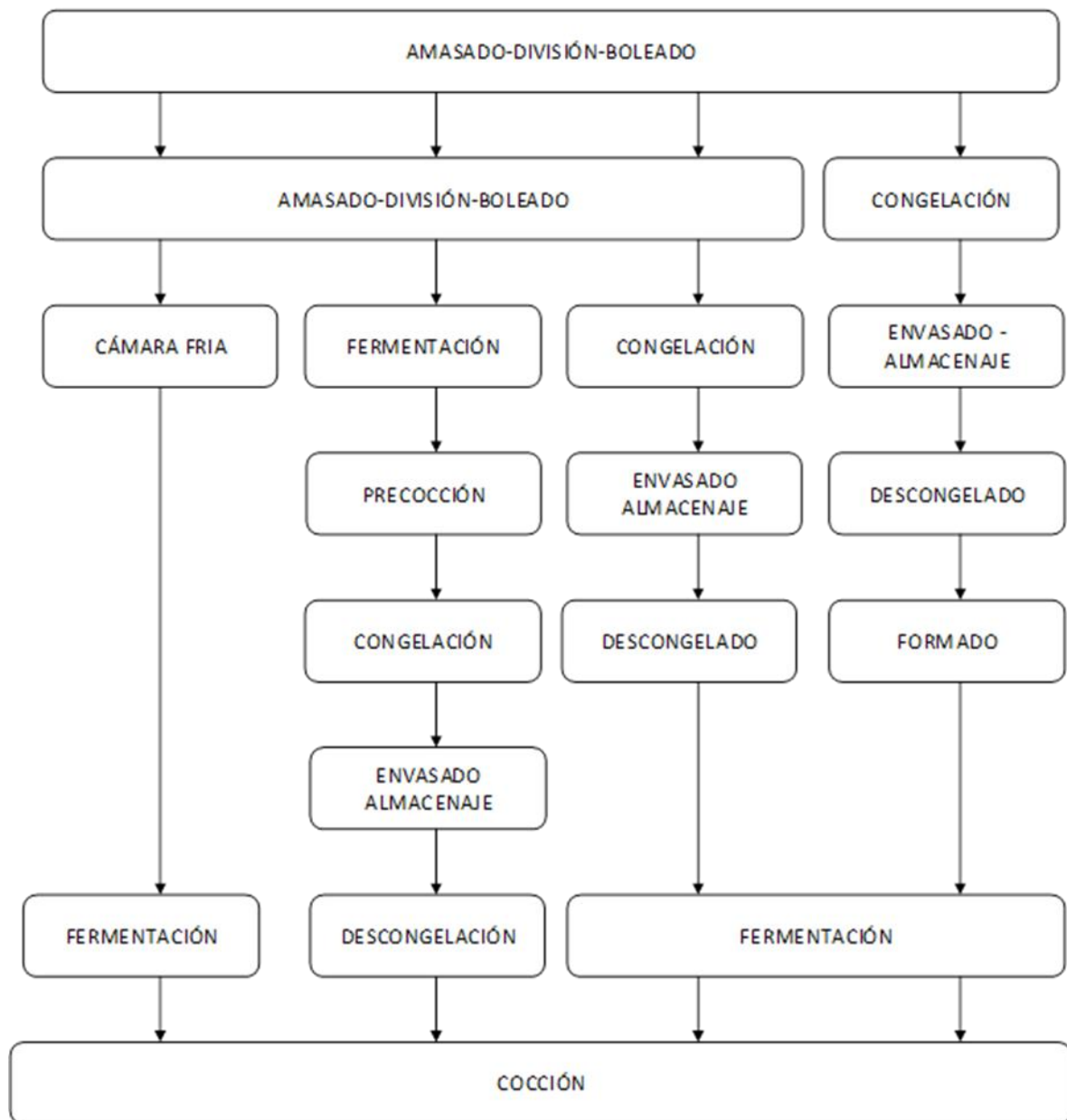
##### **1.2.1.5.1 Fomento de tendencias saludables**

##### **➤ Harinas integrales en panificación**

Las harinas integrales se caracterizan por componerse de germen, endospermo y pericarpio trayendo como beneficio fitonutrientes, menos almidón y mayor contenido de vitaminas del complejo B, minerales y fibra que repercuten en los atributos sensoriales del pan (Marquart y Cohen, 2005).

**Figura 2**

*Participación de la congelación en las nuevas tendencias en panificación*



Nota. Tomado de Mesas y Alegre (2002)

#### **1.2.1.5.2 Perfeccionamiento de atributos e incremento de vida de almacenamiento**

##### **➤ Empleo de almidones modificados y de sucedáneos al trigo**

Los almidones son componentes fundamentales en la elaboración de panes, particularmente la gelatinización y retrogradación que afectan directamente en la textura y calidad del pan. Hoy en día los almidones modificados permiten corregir los efectos negativos de los almidones nativos (Miyazaki et al., 2006).

Las aplicaciones de estos almidones en panificación buscan mejorar la firmeza de la miga, retrasar el envejecimiento y reducir la sensación pegajosa y la seca del pan (Miyazaki et. al., 2006).

#### **1.2.1.5.3 Evolución de insumos hacia la afinación de procesos**

##### **➤ Enzimas**

Permiten estandarizar calidad de las harinas, por ejemplo, xilanasas, glucosa oxidasa y proteasa. Impartiendo en los derivados de panificación mejor tolerancia en el proceso, firmeza al esfuerzo mecánico de la masa, mejor volumen y apariencia (Indrani et. al., 2003; Pszczola, 2005).

##### **➤ Emulgentes**

Entre sus bondades se tiene su capacidad de retención de agua, optimiza textura y ternura, evitan el envejecimiento, estructura emulsificada, características que prolongan su vida de almacenamiento lo que permite extender su tiempo de almacenamiento (Pszczola, 2005).

➤ **Aislados de proteína**

Permiten mejorar el sabor, textura y la calidad. En los panes con elevado contenido proteico disminuye el periodo de mezclado y aumenta la extensibilidad de la masa (Pszczola, 2005).

➤ **Extractos de fibras**

Permiten aumentar el volumen específico de la masa, mejoran retención de agua y prolongan tiempo de almacenamiento (Marquart y Cohen, 2005).

➤ **Incorporación de hidrocoloides para retardar el envejecimiento**

Responsables de formar complejos hidrofílicos con las proteínas del gluten, ligando el agua y por lo tanto manteniendo humedad en la masa (Hallberg y Chinachotti, 2002).

#### **1.2.1.6 Pan sin gluten**

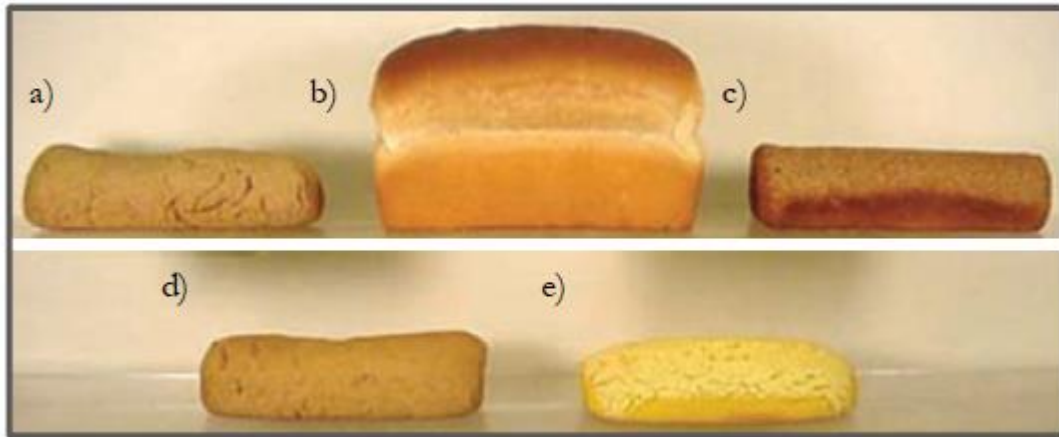
Conocida son las bondades del gluten en los diferentes productos de panificación como son la viscosidad y elasticidad de la masa, permitiendo la formación de la matriz proteica tridimensional para evitar la difusión del gas y favorece la formación estabilidad de los alveolos del pan horneado (Schober et. al., 2005).

Moore et. al. (2004) y Lazaridou et. al. (2007), mencionan que para reemplazar al gluten se deben mezclar hidrocoloides, fibras, almidones e insumos lácteos, los mismos que deben otorgar la funcionalidad justa para obtener las bondades del gluten.

Así también el autor menciona que las masas libres de gluten presentan una mayor retención de agua, por lo que es necesario formular correctamente los productos panificables y emplear una metodología distinta a la convencional.

### Figura 3

*Inserción de harinas de: a) avena, b) trigo, c) centeno, d) cebada, y e) maíz en la formulación de panes*



Nota. Adaptado a partir de Engleson y Atwell (2008)

Gujral et. al. (2003) y Gallagher et. al. (2003a,b), recomienda para el proceso de pan sin gluten se debe sustituir las amasadoras por batidoras. La masa resultante se fermenta en moldes por un tiempo de 60 a 75 minutos, para luego ser horneadas periodos extensos obligado por su alto contenido de agua.

Arendt et. al. (2002) y Schober et. al. (2005), descubrieron que la calidad de los panes sin gluten es inferior a la de los derivados del trigo, presentando miga densa y alveolos prensados, miga seca y dura y de bajo volumen.



#### **1.2.1.7 Harinas sin gluten**

Schober (2009) y Onyango et al. (2011), indican que las harinas frecuentemente empleadas para elaborar panes sin gluten son las de arroz, maíz, sorgo, mijo, de granos andinos y legumbres; entre otros ingredientes el almidón de maíz y papa.

Ribotta et al. (2004), explica que la harina de soja es empleada para enriquecer derivados del trigo, particularmente en el pan su sustitución reduce las bondades del gluten específicamente menguando el volumen.

Por otro lado, Fleming y Sosulski, (2008), informan resultados favorables al uso de la harina de soja, haciendo referencia que existen diferentes procesos tecnológicos para su obtención y por lo tanto sus características tecnológicas son variadas.

#### **1.2.1.8 Valorización sensorial del pan**

Hui et al. (2006), precisa que las características esenciales en el pan son color propio, olor a cereal y terroso, sabor a cereal, astringente y terroso, una textura elástica y deformable al tacto.

Por lo que es necesario menciona el autor evaluar realizar una prueba de preferencia evaluando: apariencia externa, color, volumen, textura, sabor y aceptación general (Stone y Sidel, 2004).

Por otro lado, Hui et al. (2006) afirman que, los atributos más relevantes del pan son el sabor y la textura. Siendo los compuestos más importantes producidos durante el horneado, la reacción de Maillard y de caramelización. Así también las reacciones enzimáticas y la fermentación tienen responsabilidad en el sabor de la miga de pan.

En este sentido, Kulp y Lorenz (2003), afirman que existen más de 100 compuestos químicos que le dan sabor y que han sido identificados en el pan; la mayoría de ellos presentes en cantidades menores e incluyendo alcoholes superiores, aldehídos, ácidos alcanos y ésteres.

Los factores tales como el nivel de la levadura, el tiempo y la temperatura de fermentación afectan los niveles de los compuestos que otorgan sabor al pan.

El sabor final es producido en un proceso que pasa por dos etapas. Los componentes primarios son sintetizados durante la fermentación. Sin embargo, debido a que la última fase de la elaboración del pan es horneado, muchos de los productos de fermentación, especialmente los compuestos volátiles, se evaporan o se modifican una vez más por la alta temperatura del horno. Sin embargo, los compuestos volátiles no se han perdido en su totalidad debido a que la masa se calienta desde el exterior; los compuestos volátiles tienden a estar concentrados en el interior de la miga del pan cuando la cocción avanza. Por ejemplo, un pan recién horneado puede contener hasta un 0,5 por ciento de etanol (peso de la harina), a pesar del hecho de que su temperatura interna está muy por encima del punto de ebullición del etanol. La más importante modificación del sabor se produce como resultado de la reacción de Maillard, entre los grupos hidroxilo de los carbohidratos con los aminoácidos o péptidos cortos, derivados de la proteína de harina (Kulp y Lorenz 2003).

### **1.2.1.9 Características físicas del pan**

#### **1.2.1.9.1 Volumen específico del pan**

El volumen específico (VE) es una de las características importantes en los productos de panadería, ya que nos indica cualitativa y cuantitativamente el efecto de las materias primas e insumos utilizados en una determinada formulación. Para calcular el volumen específico de los productos horneados, se divide el volumen del pan sobre el peso del mismo (m). El volumen se determina a través del método de desplazamiento de semillas, el cual consiste en colocar el pan en un recipiente de volumen conocido (V1), seguidamente se vacían las semillas, se retira la pieza envase y se colocan las semillas restantes para determinar el nuevo volumen (V2). Por diferencia de V2 y V1 se obtiene el volumen de pan (AACC, 2000).

$$VE = \frac{V}{m}$$

Dónde:

v = Volumen desplazado (ml)

m = Masa de la unidad de pan (g)

### **1.2.2 La soja (*Glycine max*)**

Dupuis (2016), lo define como una planta herbácea que posee vainas cortas, conteniendo entre uno y cuatro granos oleaginosos (con un 20% de aceite), las cuales pueden ser de color amarillo o negro según la variedad.

Russell et al. (2006), conceptualizan a la soya como un producto de alto valor biológico, que ganó reconocimiento por parte del consumidor por la asociación en beneficios de la salud.

Según Alemany (1999), la soya es una planta herbácea, caracterizada por poseer hojas grandes, trifoliadas y pubescentes; sus flores son pequeñas y se encuentran agrupadas en inflorescencias de color amarillento/blanco, y azul/violáceo, se encuentran situadas en las axilas de las hojas.

#### **Figura 4**

*Soya (Glycine max L.).*



Nota. Becerra (2015)

##### **1.2.2.1 Valor nutricional de la harina de soja**

La soya (*Glycine max*), es una de las mayores fuentes de proteínas, rica en ciertos componentes funcionales tales como las isoflavonas, fibras, flavonoides, terpenos,

fitoesteroles y vitaminas como tiamina, niacina, riboflavina y B<sub>6</sub>; de alto valor en minerales como calcio, magnesio, zinc y hierro (Bautista, 2007)

La harina de soja (HS) se obtiene a partir de la torta residual en el proceso de extracción de aceite, la que es sometida a un proceso de desolventización-tostado y posterior secado, enfriamiento, reducción del tamaño de partícula y tamizado. De esta forma se obtiene un producto libre de solvente y con los factores antinutricionales (factores antitripticos) inactivados. En general este tipo de harina se emplea como alimento animal dado su alto contenido de proteínas (40 a 55 %). Para uso en alimentos (humano) se pueden obtener distintos tipos de productos, las denominadas harinas y sémolas con alto contenido de materia grasa y harinas y sémolas desgrasadas. Las primeras contienen 40 % de proteínas y se obtienen por molienda de cotiledones descascarados; las segundas poseen entre 52 y 54 % de proteínas y son preparadas a partir de la extracción con solventes de escamas provenientes de granos de soja descascarados. En el mercado existen harinas con alto contenido de materia grasa, o desgrasadas enzimáticamente activas, o con diferente solubilidad en agua. El diferente grado de solubilidad es función de las condiciones de tratamiento térmico a las que se somete este tipo de productos para inactivar la acción de la lipooxigenasa y así minimizar el desarrollo de sabor a poroto (Puppo et.al., 2007).

Desde el punto de vista tecnológico, la funcionalidad de las harinas de soja se relaciona con la propiedad que tienen sus proteínas en relación a la capacidad de absorción de agua y grasa, y de pegajosidad. Estas propiedades dependen del grado de desnaturalización que tengan estas proteínas y en menor medida, del tamaño de partícula.

La funcionalidad es mayor en productos no tostados y se reduce en proporción al grado del tratamiento térmico. Las harinas de soja con más proteínas, más dispersables (alto índice de nitrógeno soluble o índice de dispersibilidad de proteína), son usadas en productos de panadería, siendo agregadas directamente a la masa (Endres, 2001). Trabajos previos revelan que las proteínas de soja interfieren en forma directa e indirecta en la formación de la red de gluten, estos aspectos serán discutidos más adelante.

Al añadirla a otras harinas obtenidas de cereales, esta aumenta el valor nutricional de las mismas al compensar su déficit en el aminoácido lisina. Su contenido en lecitina es elevado (Calvo, 2003).

#### **Tabla 4**

*Valor nutricional de la harina de soja por cada 100g*

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Calorías	412 Kcal
Grasa	20.60 g
Colesterol	0 g
Sodio	4 g
Carbohidratos	13 g
Fibra	17.30 g
Azúcares	7 g
Proteína	37.30 g
Vitamina A	14 µg
Vitamina B3	9.32 mg
Vitamina B12	0 µg
Vitamina C	0 mg
Hierro	12 mg
Calcio	195 mg

Nota. Criscaut (2006)

### **1.2.2.2 Beneficios de la soja para la salud del ser humano**

Newman (2007), de acuerdo a su investigación realizada sobre los isoflavones encontradas en la soja (*Glycine max L.*), muestra cierto número de grandes beneficios para la salud del ser humano, como se aprecia a continuación:

- Mejora el sistema inmune.
- Reduce y previene los riesgos del corazón y los vasos sanguíneos.
- Baja los niveles de colesterol.
- Ayuda a prevenir la osteoporosis.
- Previene la diabetes.
- Proporciona gran cantidad de proteínas.

### **1.2.2.3 Propiedades de la harina de soja en panificación**

Entre las propiedades destacadas (Criscaut, 2006):

- No contiene gluten.
- Realza la estabilidad de las vitaminas en la panificación.
- Compensa aminoácidos deficientes de la harina de trigo.
- Mejora el producto final en la elaboración de pan.
- Obtención de una miga más suave.
- Mejora el balance biológico del producto.
- Evita el uso de grandes cantidades de huevo.

### 1.2.3 El maíz (*Zea mays*)

El maíz (*Zea mays* L. *ssp. Mays*), pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta anual de gran talla, dotada de un amplio sistema radicular fibroso (León & Rosell, 2007). El grano de maíz es producto de una doble fecundación. El peso promedio del grano es de 350 mg y está integrado por tres partes principales (endospermo, germen y cascarilla o pericarpio (González, 2009)

El maíz constituye junto con la patata y la tapioca, las materias primas más importantes para la obtención de almidón, de jarabes de glucosa y de bebidas alcohólicas (Gálvez et al., 2006). Esto se debe a que el maíz no constituye un alimento nutricionalmente balanceado, puesto que es deficiente en contenido de aminoácidos como lisina y triptófano (Fageer & El Tinay, 2004).

### Figura 5

*Granos y mazorca de maíz*



Nota. Oscoco (2013)



Oscoco (2013), manifiesta que otro tipo de maíz que se está difundiendo en la zona andina es el Morocho o también conocido maíz amarillo duro que se utiliza en la presente tesis; ha sido desarrollado cruzando tipos de maíces harinosos con maíces duros de zonas altas. Los granos tienen almidón blando en el centro con una capa periférica de almidón duro que lo rodea. Los maíces de tipo Morocho son más tolerantes a los problemas que afectan a los maíces harinosos.

### **1.2.3.1 Valor nutricional de la harina de maíz**

La harina de maíz es producto, más o menos fino, que se obtiene de la molienda del grano seco del maíz. Está formada fundamentalmente por almidón y de zeína (tipo de proteína) (Fernández y Vera, 2014).

La harina de maíz presenta, al igual que el grano de esta planta, deficiencias en aminoácidos, por eso muchas veces se le añaden suplementos de los mismos para aumentar sus propiedades alimentarias, principalmente triptófano. Por otra parte, este tipo de harina presenta que es una buena fuente de hidratos de carbono, minerales (magnesio, fósforo, hierro, selenio y cinc), de vitamina B, especialmente tiamina vitamina E y vitamina A (Kent, 2001), en los niveles que se muestra en la tabla 5.

Una de las principales ventajas con respecto a otras harinas como las de trigo, cebada, centeno o avena; es el hecho de carecer de gluten por lo que resulta adecuado para las personas con enfermedad celíaca o intolerancia al gluten.

**Tabla 5**

*Composición química de la harina de maíz en base a 100g.*

<b>Análisis proximal</b>	<b>Valores</b>
Energía (kcal)	381
Agua (g)	11.9
Proteína (g)	8.7
Grasa (g)	6.5
Fibra cruda (g)	3.9
Cenizas (g)	1.7
Carbohidratos (g)	71.2
Calcio (mg)	64
Fósforo (mg)	454
Hierro (mg)	2.0
Tiamina (mg)	0.45
Riboflavina (mg)	0.13
Niacina (mg)	2.25
Ácido ascórbico reducido (mg)	1.2

Nota. FAO (2010)

#### **1.2.4 Almidón de papa (*Solanum tuberosum*)**

El almidón es el polisacárido de reserva más importante y es el componente más abundante en muchas plantas. El almidón se diferencia de todos los demás carbohidratos en que en la naturaleza se presenta como complejas partículas discretas (gránulos). Los gránulos de almidón son relativamente densos e insolubles, y se hidratan muy mal en agua fría. El almidón tiene algunas propiedades únicas que determinan su funcionalidad en las

aplicaciones de muchos alimentos, en productos de panadería especialmente cuando contribuyen a la textura, apariencia y aceptabilidad de productos a base de cereales (Ward y Andon, 2002).

La mayoría de los gránulos de almidón están compuestos por una mezcla de amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula esencialmente lineal, de unidades de  $\alpha$ -D glucopiranosilo unidas por enlaces (1 $\rightarrow$ 4), con un grado de polimerización en el intervalo de 500 - 600 residuos de glucosa. En contraste, la amilopectina es una molécula muy grande y altamente ramificada, con un grado de polimerización que oscila entre  $3 \times 10^5$  a  $3 \times 10^6$  unidades de glucosa. La amilopectina se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol: las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces  $\alpha$ -D (1 $\rightarrow$ 6), localizadas cada 15 – 25 unidades lineales de glucosa (Belitz et al., 2009).

La proporción de amilosa / amilopectina difiere entre los almidones, pero los niveles típicos de amilosa y amilopectina son 25-28 por ciento y 72-75 por ciento, respectivamente (Goesaert et al., 2005).

#### **1.2.4.1 Función del almidón de papa en panificación**

Durante la preparación de la masa para panificación, el almidón absorbe aproximadamente el 45 por ciento de agua y se considera que actúa como una carga inerte en la matriz continua de la masa (Bloksma, 1990). Por otro lado, Eliasson y Larsson (1993) describe la masa como una red bicontinua de proteínas y almidón. Hug-Iten et al. (2001), señala que en combinación de calor, la humedad y el tiempo durante el horneado, los gránulos de almidón gelatinizan

(es decir, se hinchan y se solubilizan parcialmente), pero todavía mantienen su identidad granular.

El envejecimiento de los productos de panadería se percibe por el incremento de la firmeza de la miga y la pérdida de la frescura. El envejecimiento comienza tan pronto como el producto está terminado y empieza a enfriarse (Fennema, 2000). Según Eliasson y Larsson, (1993), al enfriarse los productos de panificación, la amilosa solubilizada forma una red continua, en el que los hinchados y deformados gránulos de almidón están incrustados y relacionados entre sí. Debido a su retrogradación rápida, la amilosa es un elemento estructural esencial del pan y es un factor determinante para el volumen inicial del pan.

La retrogradación de la amilosa, puede ser prácticamente completa en el momento en que el enfriamiento ha llegado a alcanzar la temperatura ambiente. La retrogradación de la amilopectina, requiere en primer lugar la asociación de sus ramas exteriores, y necesita para ello un tiempo mucho mayor que la de la amilosa; pero tiene un papel fundamental en el envejecimiento que se produce con el tiempo tras el enfriamiento del producto (Fennema, 2000).

Según Abdel-Aal, (2009), el almidón tiene un papel importante durante la cocción en el horno. Durante el horneado, la estructura de la miga se establece como un resultado de gelatinización del almidón que se encuentra para influir en el volumen de expansión de la masa y, finalmente, el volumen del pan y textura de la miga. Por lo tanto, las propiedades del almidón, tales como temperaturas de transición de gelatinización y viscosidad serían cruciales para determinar la textura y apariencia de los productos de panificación sin gluten.

### **1.2.5 Evaluación sensorial**

Con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas, aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos:

- Pruebas analíticas
- Pruebas afectivas.

Cualquiera que sea la prueba que se vaya a emplear, es necesario que los jueces entiendan la necesidad de efectuar la misma de la manera más objetiva posible, demuestren su capacidad para seguir las instrucciones y ejecuten la misma de manera correcta.

#### **1.2.5.1 Pruebas analíticas**

Se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente (jueces analíticos). Las mismas se subdividen en pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas.

- Las pruebas discriminatorias permiten comparar dos o más productos, e incluso estimar el tamaño de la diferencia. De manera general son sencillas y de gran utilidad práctica.
- Las pruebas escalares son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad sensorial con la ayuda de una escala. Debido a que las mismas se emplean como herramientas de trabajo en otros métodos sensoriales, algunos autores y especialistas en la temática no la tienen en cuenta dentro de la clasificación de los métodos de evaluación sensorial.

- Las pruebas descriptivas son de manera general más complejas, mediante las mismas los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos (Espinosa, 2007).

#### **1.2.5.2 Pruebas afectivas**

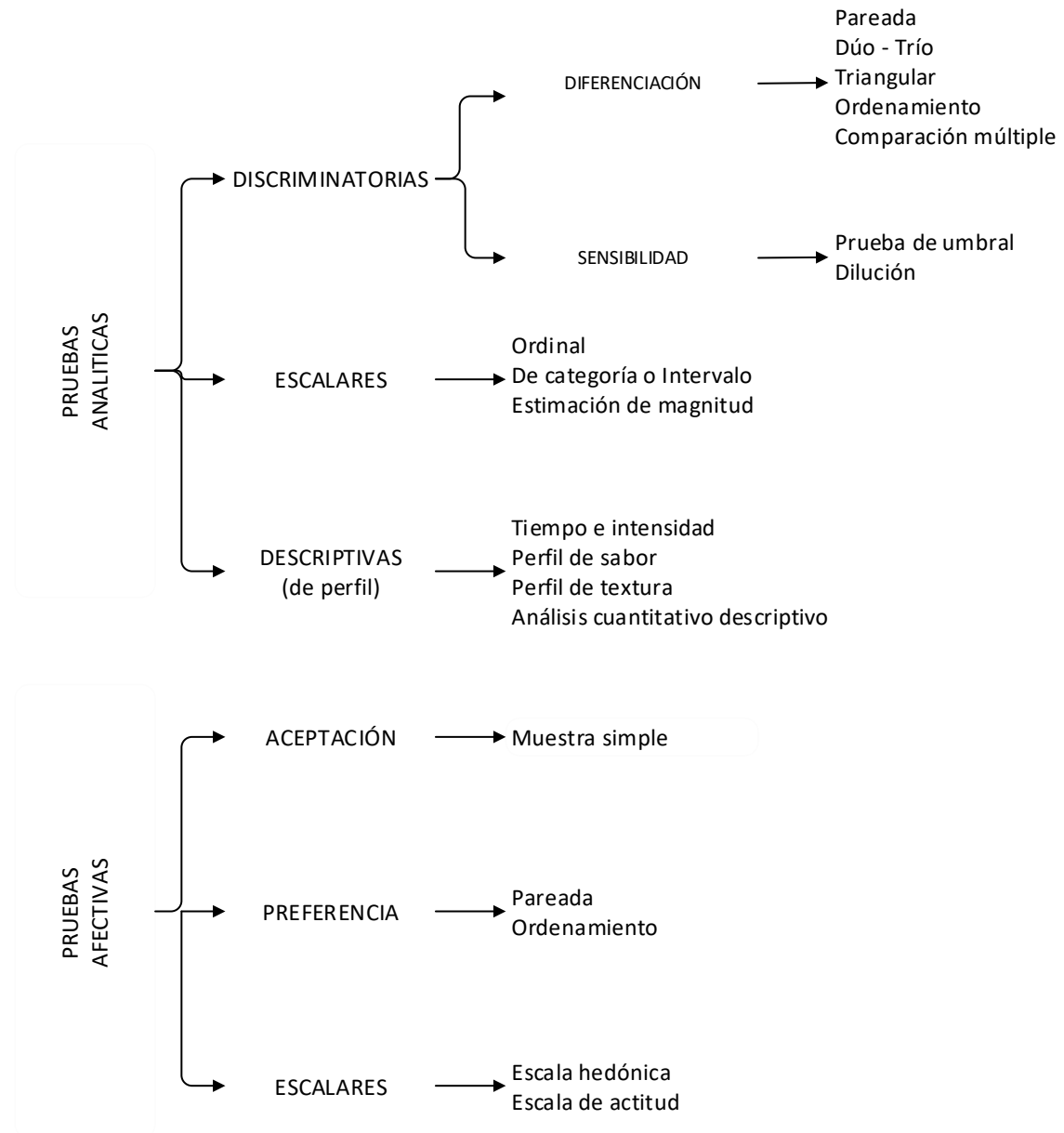
Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los mismos en la mayoría de los casos se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos. Las pruebas afectivas se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etc.

Los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles.

El cuestionario a emplear es otro elemento que debe ser analizado con rigor, para evitar que este introduzca errores en los resultados obtenidos. El mismo no debe ser muy extenso para evitar fatiga en los jueces o rechazo a realizar la prueba, además debe ser fácil de responder, redactarse de manera clara con preguntas de fácil comprensión y con impresión legible (Espinosa, 2007).

**Figura 6**

*Categorización de los planes de evaluación sensorial*



Nota. Espinosa (2007)

### **1.2.5.3 Pruebas para medir aceptabilidad**

El principal propósito de los métodos afectivos es evaluar la respuesta (reacción, preferencia o aceptación) de consumidores reales o potenciales de un producto, idea o característica específica de un producto. A diferencia de los métodos analíticos que se realizan con evaluadores seleccionados y entrenados, las pruebas afectivas se realizan con los consumidores objetivo del producto en cuestión.

La medición de aceptabilidad sensorial se realiza a través del uso de escalas hedónicas. Se basan en que el consumidor dé su impresión una vez que ha probado la muestra, señalando cuanto le grada o desagrade (grado de aceptabilidad sensorial).

El consumidor debe evaluar cada muestra sobre una escala que puede ser de tipo estructurada, semiestructurada o no estructurada (Hough et. al., 2003).



## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se aplicó primeramente fue exploratorio por motivo de la poca información referente al tema propuesto, después se aplicó una investigación descriptiva por el cual se van a especificar cada una de las etapas para llevar a cabo la investigación, y posteriormente de tipo experimental debido a que se ejecutó bajo condiciones controladas para obtener datos confiables y bibliográfica debido a que se procederá a obtener información de fuentes primarias y secundarias.

### **2.2. Método de investigación**

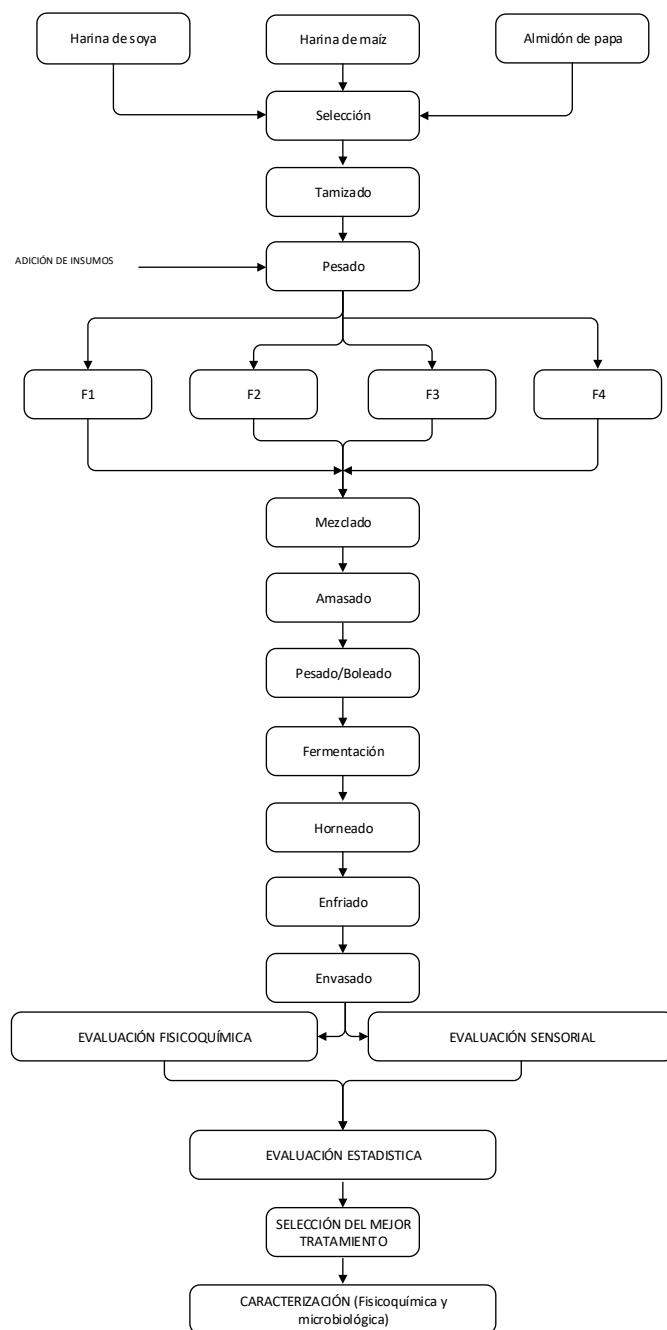
Experimental, los investigadores manipulan una o más variables para determinar cómo esta manipulación afecta el resultado, mientras se mantiene constante las otras variables. En este caso se manipulará las variables independientes (concentración porcentual de la harina de soja, maíz y almidón de papa) para ver el efecto de las mismas en la variable dependiente (Elaboración de pan: Características físicas, sensoriales y composición química próxima).

### **2.3. Diseño de contrastación**

Se hizo un diseño experimental comparativo, el cual consistió en establecer distintas proporciones de harina de soja, maíz y almidón de papa, estas proporciones fueron establecidas teniendo en cuenta la composición de la harina de soja, de maíz, en especial el contenido de almidón de papa y las características organolépticas de cada componente. Tal como se muestra en el siguiente esquema:

**Figura 7**

*Diseño de la experimentación en la producción de pan sin gluten con harina de soja, maíz y almidón de papa*



Nota: Elaboración propia (2021).

**Tabla 6***Determinación de formulaciones*

<b>Componentes</b>	<b>FORMULACIONES</b>			
	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Harina de soja	10	20	25	15
Harina de maíz	30	25	10	15
Almidón de papa	15	10	20	25
Levadura fresca	1.2	1.2	1.2	1.2
Agua	27.5	27.5	27.5	27.5
Goma Xantana	0.8	0.8	0.8	0.8
Sal	1	1	1	1
Azúcar	5.5	5.5	5.5	5.5
Margarina	4	4	4	4
Huevo	3	3	3	3
Leche en polvo	2	2	2	2

\*Cada procedimiento se repetirá hasta tres veces, siendo un total de 12 repeticiones.

Nota: Elaboración propia (2021).

## **2.4. Población y muestra**

### **2.4.1. Población**

Harina de soja, Harina de maíz y Almidón de papa, todas adquiridas en el mercado mayorista Santa Celia – Provincia de Cutervo - Cajamarca.

#### **2.4.2. Muestra**

La muestra estuvo constituida de 10kg de harina de soja, 10 kg de harina de maíz y 10 kg de almidón de papa, los mismos que fueron adquiridos en el mercado mayorista Santa Celia – Provincia de Cutervo - Cajamarca

#### **2.4.3. Muestreo**

Se llevó a cabo mediante una mezcla por 5 min de la materia prima para luego tomar las cantidades requeridas por cada formulación para elaborar el pan sin gluten. De la misma manera las muestras del pan obtenido por cada formulación fueron tomados al azar.

### **2.5. Técnicas, métodos, equipos y materiales de recolección de datos**

#### **2.5.1. Técnica**

- Las técnicas usadas para la recolección de datos son la experimentación y la observación.
- Los datos recogidos se obtienen a través de los diferentes análisis realizados a las materias primas y producto terminado usando los respectivos materiales, equipos y reactivos de laboratorio.

#### **2.5.2. Métodos de análisis**

Para el trabajo de investigación se realizaron diferentes métodos de análisis, tanto en las materias primas y como el producto final, con el fin de poder observar los cambios existentes en la concentración de nutrientes y atributos sensoriales en el producto obtenido.

### **2.5.2.1. Análisis químico proximal**

Las muestras tanto de materia prima como de producto terminado fueron evaluadas en el laboratorio de bromatología de la Facultad de biología y en los laboratorios de fisicoquímica y control de calidad de la Facultad de Ingeniería química e industrias alimentarias, se llevaron aproximadamente 200g de muestra. Las evaluaciones que se realizaron se indican a continuación:

➤ **Determinación de humedad, mediante el Método AOAC 394.06, 19th. Ed (2002).**

Se pesó 2 g de muestra en una capsula de porcelana y se llevó a la estufa para ser secado a temperatura de (100-105°C), hasta observar que el peso de la muestra se mantuviera constante. Finalmente se determinó el contenido de humedad mediante la siguiente ecuación.

$$\%H = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Donde:

%H = Porcentaje de Humedad

W<sub>i</sub> = Peso inicial de la muestra

W<sub>f</sub> = Peso final de la muestra (material seco)

➤ **Determinación de grasas, mediante el Método AOAC 920.85, 19th. Ed (2002)**

Se pesó el balón frío (PI), posteriormente se pesó 5 g. de muestra (P2), después se empaquetó la muestra en papel filtro y se colocó el paquete en el cuerpo del soxhlet, previamente

montado. Luego se añadió disolvente (éter de petróleo) hasta una altura adecuada para luego poder ser sifoneado hacia el balón. Después se conectó la fuente de calor (cocina eléctrica) y se esperó que de 10 sifoneadas que duro un aproximado de 3 horas y 20 minutos. Posteriormente se sacó el balón cuando tenía poco disolvente, momentos antes de ser sifoneado. Se colocó el balón en la fuente de calor para evaporar el sobrante de disolvente, teniendo cuidado ante la combustión violenta del disolvente. Finalmente se enfrió el balón a temperatura ambiente, luego se realizó el pesado del balón más la grasa obtenida. (P3). Se expresó el porcentaje de grasa del balón según la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Grasa} = 100 \times \left( \frac{P3 - P1}{P2} \right)$$

Donde:

P1 =Peso del balón vacío, g

P2 = Peso de la muestra, g

P3 = Peso del balón con la grasa extraída, g

➤ **Determinación de proteína, mediante el Método AOAC 984.13A, 19th. Ed (2002).**

Se siguieron las siguientes etapas:

**Digestión**

Se colocó dentro de los tubos del equipo de digestión: 1 g de muestra (W) + 5 g de catalizador + 15 ml de ácido sulfúrico al 92 % (grado técnico o concentrado), se colocó los tubos en el digestor kjeldhal (De ser posible se debe utilizar los 6 tubos con diferentes muestras). Posteriormente se encendió el equipo compacto de digestión y se esperó que este llegue a

420 °C. Se esperó que termine la digestión, el material contenido en el tubo se tomó a un color verde esmeralda traslucido, lo cual indicó el final de la digestión o que ya se había eliminado toda la materia orgánica. Luego se esperó que la temperatura baje a 70 °C y se apagó el equipo. Posteriormente se retiró los tubos del digestor, se agregó inmediatamente 75 ml de agua destilada. Se dejó enfriar los tubos que fueron sometido a digestión hasta temperatura ambiente.

### **Destilación**

Se colocó el tubo de la muestra obtenida de la digestión, en el soporte del destilador de nitrógeno. En un matraz de 250 ml se agregó 25 ml de solución (ácido Bórico + indicador mixto) donde se sumergió el tubo de salida del destilador. Luego se programó en 2 minutos el reloj controlador de NaOH (Hidróxido de Sodio) y se presionó el botón START del equipo, automáticamente se agregó 80 ml de NaOH al tubo de muestra, pasado este tiempo regresé el reloj a cero. Posteriormente se programó en 6 minutos el reloj del controlador de DESTILACIÓN se presionó el botón START del equipo, automáticamente empezó la destilación de la muestra durante el tiempo programado, pasado este tiempo se regresó el reloj a cero. El producto de la destilación se recogió en un matraz cuando estuvo en 150 ml de volumen, tomando una coloración morado. Después se programó en 4 minutos el reloj controlador de SUCCIÓN y se presionó el botón START del equipo, automáticamente empezó la succión del residuo contenido en el tubo de la muestra durante el tiempo programado, pasado este tiempo se regresó el reloj a cero. Se llenó un tubo con agua destilada y luego se realizó una succión para limpiarlo el equipo y se repitió nuevamente la operación con otro tubo con muestra. Luego se retiró el matraz y se realizó la titulación.

## Titulación

Se llenó la bureta con HCL al 0.25 N, se realizó la titulación y se obtuvo un viraje de color lila claro luego se tomó nota del ácido clorhídrico gastado.

## Cálculos

$$\% P = \left( (Ma - Mb) \times N \times 0.014 \times \frac{6.25}{Pm} \right) \times 100$$

Donde

% P = Porcentaje de proteína

N = Normalidad del ácido titulante

Ma = Mililitros de ácido gastado en la muestra

Mb = Mililitros de ácido gastado en el blanco

Pm =Peso de la muestra en gramos

6.25 =Factor proteico del nitrógeno

- **Determinación de cenizas totales, mediante el Método AOAC 935.39B, 19th. Ed (2002).**

Las cenizas en un alimento son equivalentes al residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica. Para determinar el contenido de cenizas se utilizó el método de calcinación.



Se pesó el crisol (W1), en el crisol se pesó 1 g de muestra (W2). Después se colocó el crisol conteniendo la muestra en una cocina eléctrica para que se queme la muestra hasta eliminar todo el humo. Luego se introdujo la muestra a calcinar en una mufla, y se cerró la puerta. Se encendió la mufla, se programó la temperatura a 700 °C. Luego que llegó a ésta temperatura se dejó por 3 horas. Posteriormente se apagó la mufla manualmente con la llave de contacto. Después se dejó enfriar entre 10 a 12 horas. Se realizó una tercera pesada del crisol y la ceniza obtenida (W3). Finalmente se calculó el porcentaje de cenizas con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ceniza} = \left( \frac{W3 - W1}{W2 - W1} \right) \times 100$$

➤ **Determinación de fibra cruda, mediante el Método AOAC 985.29, 19th. Ed (2002)**

Para determinar la fibra en la muestra se utilizó el método Weende.

Se taró los crisoles, se pesó una cantidad exacta de muestra dentro de los crisoles (1 g = W1) y se depositó en la gradilla. Luego se trasladó la gradilla hasta la unidad Fibertest y se fijó al ángulo de la parte frontal de la unidad. Posteriormente se insertó las pinzas del manipulador en los crisoles y se trasladó encima de los soportes. Después se bajó la palanca de cierre hasta su tope. Una vez fijos los crisoles en la unidad Fibertest, se extrajo el manipulador. Luego se colocó las válvulas de 3 vías en la posición de cerrado. Se introdujo por la parte superior del refrigerante 150 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.128 M, precalentado a 90- 100 °C. Cuando empezó a hervir los crisoles, se ajustó el mango de calefacción en un punto que mantenga una ebullición suave (punto 3 ó 4). Se dejó en ebullición durante 30 minutos para luego filtrar. Después se lavó con agua caliente destilada introduciéndola por la parte superior del refrigerante y

succionándola, se repitió la operación por tres veces utilizando 30 ml de agua cada vez. Luego se introdujo por la parte superior del refrigerante 150 ml de hidróxido de potasio precalentado de 90 - 100 °C. Se llevó a una ebullición manteniéndolo por otro periodo de 30 minutos. Después se filtró y se lavó tres veces con agua destilada caliente. Posteriormente se sacó los crisoles de la unidad, se insertó las pinzas del manipulador en los crisoles y se tiró de la palanca de cierre hasta arriba, desbloqueándola previamente. Luego se colocó los crisoles en la gradilla y se llevó hacia la estufa. Se introdujo los crisoles en una estufa de secado a 130° C durante 2 horas. Después se dejó enfriar los crisoles en la misma estufa, luego un enfriamiento final a temperatura ambiente por unos minutos. Posteriormente se pesó los crisoles más la muestra (W2). En una mufla se incineró las muestras de los crisoles a 500° C, llegado a esta temperatura se dejó durante 3 horas. Se apagó la mufla, se dejó enfriar los crisoles entre 7 a 10 horas. Luego se realizó un nuevo pesado de los crisoles (W3). Finalmente se calculó la fibra obtenida con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \left( \frac{W2 - W3}{W1} \right) \times 100$$

#### ➤ **Determinación de carbohidratos**

Se determinó por diferencia recomendado por A.O.A.C. (1990), con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Carbohid. totales} = 100 - \% \text{ Humedad} + \% \text{ Proteínas} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Grasas}$$

➤ **Determinación de Energía total (por calculo).**

El valor calórico se calculó de la siguiente forma:

$$Valor\ calórico = 4(\%Proteína) + 9(\%Grasa) + 3.75(\%Carbohidratos)$$

**2.5.2.2. Análisis físicos**

➤ **Retención de gas**

Se tomó 200 g de masa panificable de la masa compuesta (harina de soja+harina de maíz+almidón de papa) a ensayar y se colocó dentro de una probeta graduada de 500 ml. Posteriormente se midió el aumento de volumen a intervalos de 5 minutos durante 120 minutos a temperatura ambiente. Se determinó el porcentaje de gas mediante la siguiente fórmula:

$$\% Gas\ retenido = \left( \frac{Volumen\ final - Volumen\ inicial}{Volumen\ final} \right) \times 100$$

➤ **Densidad aparente**

Indica el índice de frescura y calidad del pan. En un recipiente de volumen conocido (0.5 o 1L.) se llena con semillas de hortalizas, tratando de nivelarse en una hoja de cuchillo. Se vacía el contenido y en su reemplazo se coloca el pan, llenándose nuevamente la vasija con las semillas, nivelándose nuevamente. Las semillas sobrantes, deberán ser medidas en una probeta.

Cálculo: volumen del recipiente con solo semillas. Volumen del recipiente, completada con semilla = volumen del pan.

$$Da = \frac{Peso, g}{V, cm^3}$$

Los datos obtenidos fueron analizados mediante Análisis de varianza (ANOVA) multifactorial en el Software SPSS Versión 23 para determinar la existencia de diferencias significativas entre las muestras frente al pan testigo.

### **2.5.2.3. Evaluación sensorial**

Las cuatro formulaciones de panes elaborados fueron sometidas a una evaluación sensorial en la que se empleó pruebas de aceptabilidad empleando una escala hedónica (Anzaldúa-Morales, 1994). Este análisis estuvo a cargo de un panel semi entrenado, constituido por alumnos de la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNPRG con edades comprendidas entre 19 a 23 años, de uno y otro sexo, consumidores habituales de pan. Se empleó la Ficha 2 (Anexo 4) la cual es una escala hedónica de 9 puntos en la que se evaluaron los atributos de color, olor, sabor y textura. Para el análisis de los resultados, la escala hedónica se convirtió en puntajes numéricos (me gusta muchísimo = 9, hasta me disgusta muchísimo = 1). Luego los puntajes de todos los panelistas se juntaron en una tabla para cada atributo y se realizó el test de Friedman para encontrar si existen diferencias significativas entre ellos con un nivel de confianza del 95%.

### **2.5.3. Instrumentos**

- Baguetas
- Buretas de 25 y 50 ml
- Fiolas de 50, 100, 250 y 500 ml
- Juego de tamices N° 20. 40 y 60

- Matraces Erlenmeyer de 250 ml
- Pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml
- Probetas de 25, 50 y 100 ml
- Vasos de precipitación de 50, 150 y 500 ml
- Cronómetro

#### **2.5.4. Equipos**

- Amasadora, marca GPaniz modelo AE-60L
- Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.
- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- Balanza convencional marca SOEHNLE, capacidad 5kg  $\pm$  1g.
- Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C
- Congeladora Faeda
- Equipo de titulación
- Estufa de 0 – 200 °C. Memmert – americana.
- Extractor tipo Soxhlet
- Horno eléctrico, marca NOVA MAX 750
- Mufla de 0 a 700 °C marca GALLEKAMP
- pH-metro digital marca METTLER
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA
- Refrigerador OLG
- Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.

- Selladora manual marca BOXA. Modelo PFS-450
- Termómetro bimetálico 0-300 °C. Modelo EN13190.GES

#### **2.5.5. Materiales**

- Agitador de vidrio.
- Crisoles
- Cucharas
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudos de vidrio y porcelana
- Papel de filtro

#### **2.5.6. Reactivos**

- Ácido acético Q.P.
- Agua destilada
- Azul de Metileno en polvo
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Acetato de sodio Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.
- Almidón soluble.
- Ácido Ascórbico grado reactivo
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4.5

- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5.0
- Cloruro de sodio Q.P.
- Etanol 96% v/v
- Glucosa anhidra grado reactivo
- Hexano Q.P.
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Solución de Yodo 1%
- Tiosulfato de sodio 5H<sub>2</sub>O Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

## **2.6. Procesamiento y análisis de datos**

Los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre las formulaciones. Se empleó el software estadístico SPSS versión 23.

Para los criterios organolépticos se realizó las pruebas no-paramétricas de Friedman. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Se empleó el software estadístico SPSS versión 23.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

## **2.6.1. Procedimiento experimental**

### **2.6.1.1. Descripción del proceso para obtener pan sin gluten**

#### **➤ Recepción de materias primas**

Se procedió a recepcionar e inspeccionar las materias primas e insumos y almacenarlas en un lugar fresco.

#### **➤ Selección**

En esta operación permitió verificar que las materias primas e insumos almacenados primero en el momento de uso no contengan materia extraña ni contaminantes.

#### **➤ Tamizado**

Se realizó con el fin de evitar la presencia de material muy grueso y así tener uniformidad en el producto.

#### **➤ Pesado**

Se pesó cada insumo con la ayuda de una balanza de precisión: harina de soja, harina de maíz, almidón de papa, agua, sal, azúcar, goma xantana, levadura fresca, leche en polvo y margarina, de acuerdo a las formulaciones especificadas en la Tabla 6.

#### **➤ Mezclado**

Se disolvió la levadura y el azúcar en una parte del agua total. En un bowl, se mezcló los insumos secos previamente cernidos, es decir, las harinas, sal, almidón de papa, leche en polvo, goma xantana y por último la margarina. Luego de obtener una mezcla uniforme, se agregó la levadura, azúcar y el agua restante.



➤ **Amasado**

El amasado fue realizado de una manera similar que, para el pan convencional, aunque con un tiempo de amasado ligeramente menor debido a la utilización de harinas con alta concentración de almidón. El amasado fue realizado por un periodo de 5 min.

➤ **Pesado/Boleado**

Esta etapa consistió en dividir la masa de pan en piezas de igual peso, en este caso se trabajó con masas de 180 g c/u.

Posteriormente se realiza el boleado que permitió darle la forma deseada. Es muy importante formar muy bien las piezas, pues si están mal confeccionadas se deformarán durante la cocción, para realizar un buen boleado se debe someter a la masa a presión contra una superficie rígida con la finalidad de obtener una pieza compacta y fina.

➤ **Fermentación**

Se colocaron los moldes sobre las rejillas dentro de la cámara fermentadora acondicionada. Se dejó que las proporciones de masa se expandan por 90 minutos a 40°C a una humedad relativa de 80-85 por ciento.

➤ **Horneado**

Las bandejas que contienen la masa del pan se llevaron al horno a una temperatura de 200°C por 20 a 30 minutos, hasta que la cocción se haga completamente

➤ **Enfriamiento**

Una vez salido el pan del horno se procedió a enfriarlo a temperatura ambiente, por espacio de 45 minutos aproximadamente.

➤ **Envasado**

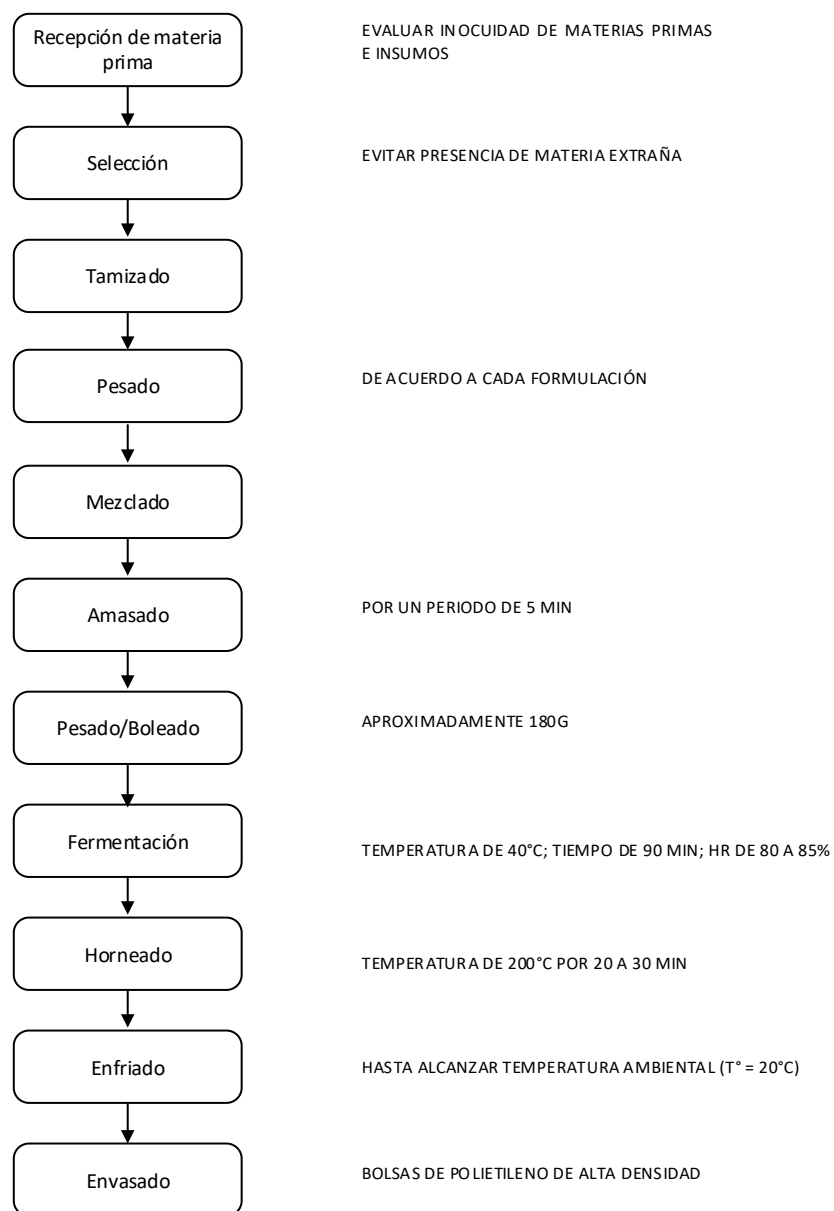
El envasado se realizó en bolsas de polietileno de alta densidad, seguidamente fueron sellados herméticamente.

➤ **Evaluación**

Los panes obtenidos luego fueron evaluados fisicoquímica y sensorialmente con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento.

**Figura 8**

*Flujo definitivo para la obtención de panes sin gluten*



Nota. Elaboración propia (2021)

### III. RESULTADOS

A continuación, se presenta los resultados del estudio químico proximal, físico y sensorial de las formulaciones, así como las respectivas evaluaciones estadísticas de acuerdo a los datos paramétricos y no paramétricos para discriminar el mejor tratamiento para la obtención de pan sin gluten.

#### 3.1. Caracteri químico proximal de las harinas y almidón de papa

**Tabla 7**

*Caracterización químico proximal de las harinas de soja, maíz y almidón de papa de cada formulación evaluada*

Componentes	Harina de maíz	Harina de Soja	Almidón de papa
Humedad, %	11.5	10	11.2
Materia seca, %	88.5	90	88.8
Proteínas, %	8.8	45	0.2
Lípidos, %	6.3	1.8	0.3
Carbohidratos, %	71.5	37	88.2
Ceniza, %	1.9	6.2	0.1

Nota: Elaboración propia (2021).

### 3.2.Evaluación de las formulaciones para obtener pan sin gluten

#### 3.2.1. Evaluación químico proximal de las masas

**Tabla 8**

*Caracterización químico proximal de las formulaciones para obtener pan sin gluten*

Componentes	Formulaciones			
	F1	F2	F3	F4
Humedad, %	37.72	37.58	37.43	37.56
Materia seca, %	62.28	62.42	62.57	62.44
Proteínas, %	8.45	12.66	13.56	9.57
Lípidos, %	6.63	6.47	5.61	5.77
Carbohidratos, %	45.46	41.15	41.13	45.39
Ceniza, %	1.65	2.14	2.27	1.71

Nota. Elaboración propia (2021)

#### 3.2.2. Evaluación de la retención de gas en las masas formuladas

**Tabla 9**

*Valores de Retención de gas por formulación para obtener pan sin gluten*

Formulaciones	Porcentaje de retención de gas	Desviación estándar
F1 (HS10%HM30%AP15%)	53.84	0.399
F2 (HS20%HM25%AP10%)	55.5	0.629
F3 (HS25%HM10%AP20%)	48.57	0.350
F4 (HS15%HM15%AP25%)	50.55	0.355

Nota. Elaboración propia (2021).

### Planteamiento de la hipótesis

H0 = No hay diferencia significativa en los valores de retención de gas entre las formulaciones evaluadas

H1 = Al menos una de las formulaciones es diferente

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

**Tabla 10**

*Homogeneidad de varianza para el Porcentaje de retención de gas*

Porcentaje de retención de gas			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,584	3	56	0,203

Nota. Elaboración propia (2021)

**Tabla 11**

*Análisis de varianza para el porcentaje de retención de gas por formulación*

### ANOVA

Porcentaje de retención de gas					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	442,052	3	147,351	732,174	,000
Dentro de grupos	11,270	56	,201		
Total	453,322	59			

Nota. Elaboración propia (2021)

**Tabla 12**

*Contraste de medias para subconjuntos homogéneos: Porcentaje de gas por formulación*

Porcentaje de retención de gas					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
F3(HS25HM10AP20)	15	48,5660			
F4(HS15HM15AP25)	15		50,5527		
F1(HS10HM30AP15)	15			53,8400	
F2(HS20HM25AP10)	15				55,5000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

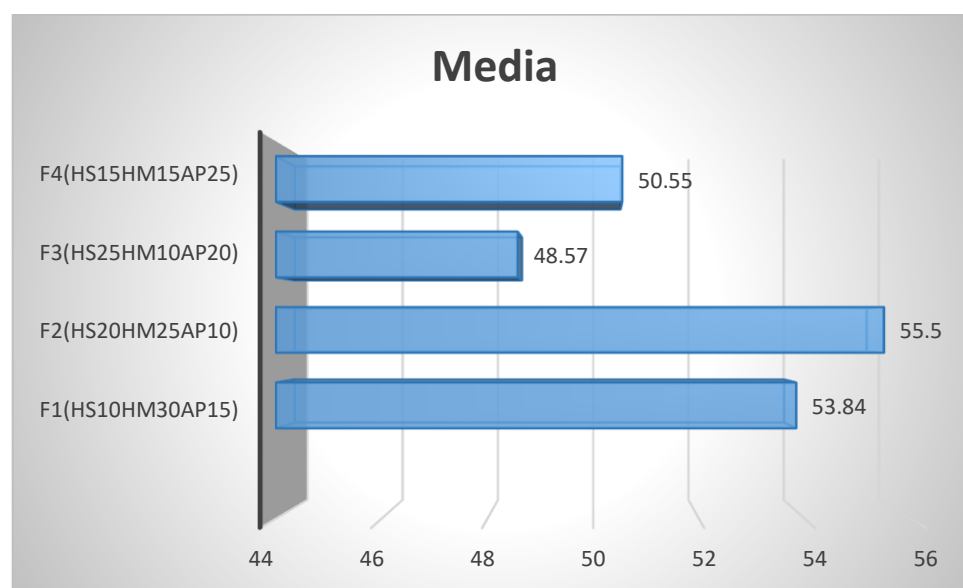
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Nota. Elaboración propia (2021)

**Figura 9**

*Gráfico de medias del porcentaje de retención de gas por formulación*



Nota. Elaboración propia (2021)

### 3.2.3. Evaluación químico proximal de los panes obtenidos por cada formulación

**Tabla 13**

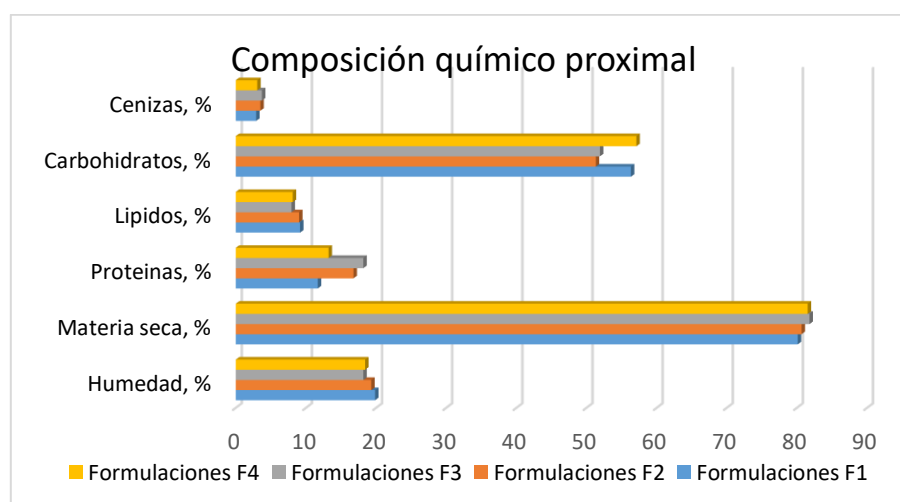
*Valores de composición químico proximal de los panes obtenidos por formulación*

Componente	Formulaciones			
	F1	F2	F3	F4
Humedad, %	19.87	19.32	18.19	18.45
Materia seca, %	80.13	80.68	81.81	81.55
Proteínas, %	11.7	16.79	18.19	13.23
Lípidos, %	9.17	9.03	7.95	8.13
Carbohidratos, %	56.34	51.34	51.93	57.13
Cenizas, %	2.92	3.52	3.74	3.06
	100	100	100	100

Nota. Elaboración propia (2021)

**Figura 10**

*Gráfico de comparación de valores medios de composición químico proximal de los panes por cada formulación*



Nota. Elaboración propia (2021)



### Planteamiento de la hipótesis

H0 = No hay diferencia significativa en los valores de proteína en los panes obtenidos de las diferentes formulaciones evaluadas

H1 = Al menos una de las formulaciones es diferente con respecto al nivel de proteína

Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

**Tabla 14**

*Homogeneidad de varianza para el Porcentaje de proteína en los panes obtenidos por formulación*

#### Contenido de Proteína

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,393	3	28	,265

Nota. Elaboración propia (2021)

**Tabla 15**

*Análisis de varianza para el porcentaje de proteína en los panes obtenidos por formulación*

#### ANOVA

#### Contenido de Proteína

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	219,142	3	73,047	2630,852	,000
Dentro de grupos	,777	28	,028		
Total	219,919	31			

Nota. Elaboración propia (2021)

**Tabla 16**

*Contraste de medias para subconjuntos homogéneos: Porcentaje de proteína en los panes obtenidos por formulación*

Contenido de Proteína					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
F1(HS10HM30AP15)	8	11,7025			
F4(HS15HM15AP25)	8		13,2300		
F2(HS20HM25AP10)	8			16,7900	
F3(HS25HM10AP20)	8				18,1913
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

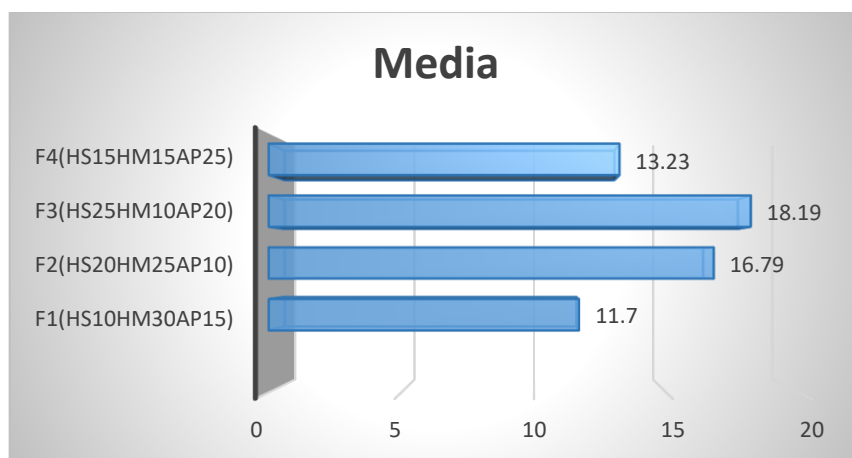
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Nota. Elaboración propia (2021)

**Figura 11**

*Gráfico de medias del porcentaje de proteína en los panes obtenidos por formulación*



Nota. Elaboración propia (2021)

### 3.2.4. Evaluación de la densidad aparente de los panes obtenidos por formulación

**Tabla 17**

*Valores promedio de densidad aparente de los panes obtenidos por formulación*

<b>Formulación</b>	<b>Densidad Aparente (g/ml)</b>
F1(HS10HM30AP15)	0.507
F4(HS15HM15AP25)	0.492
F2(HS20HM25AP10)	0.475
F3(HS25HM10AP20)	0.499

Nota. Elaboración propia (2021)

#### **Planteamiento de la hipótesis**

H0 = No hay diferencia significativa en los valores de densidad aparente en los panes obtenidos de las diferentes formulaciones evaluadas

H1 = Al menos una de las formulaciones es diferente con respecto al valor de densidad aparente obtenido en cada formulación

Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

**Tabla 18**

*Homogeneidad de varianza para la Densidad aparente en los panes obtenidos por formulación*

Densidad Aparente			
<b>Estadístico de Levene</b>	<b>df1</b>	<b>df2</b>	<b>Sig.</b>
1,409	3	56	,250

Nota. Elaboración propia (2021)

**Tabla 19**

*Análisis de varianza para la Densidad aparente obtenida en los panes obtenidos por formulación*

ANOVA					
Densidad Aparente					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,006	3	,002	825,253	,000
Dentro de grupos	,000	56	,000		
Total	,006	59			

Nota. Elaboración propia (2021)

**Tabla 20**

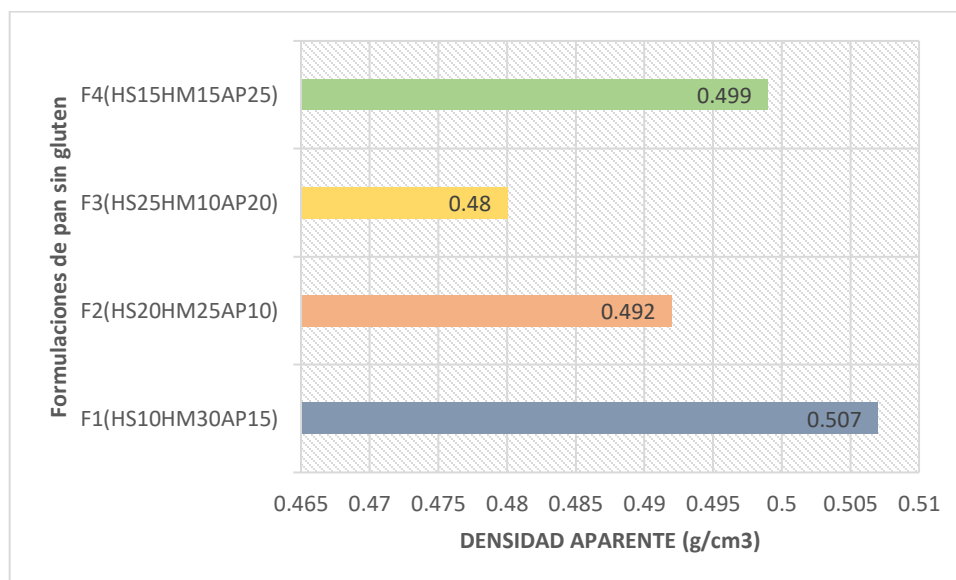
*Contraste de medias para subconjuntos homogéneos: Densidad aparente en los panes obtenidos por formulación*

Densidad Aparente					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Subconjunto para alfa = 0.05					
Tratamientos	N	1	2	3	4
F3(HS25HM10AP20)	15	,48000			
F2(HS20HM25AP10)	15		,49160		
F4(HS15HM15AP25)	15			,49933	
F1(HS10HM30AP15)	15				,50647
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Nota. Elaboración propia (2021)

**Figura 12**

*Gráfico de medias de la Densidad Aparente en los panes obtenidos por formulación*



Nota. Elaboración propia (2021)

### 3.2.5. Evaluación sensorial de las formulaciones

En la Tabla 21 se presentan los resultados de la evaluación sensorial de los panes sin gluten obtenidos de las formulaciones evaluadas.

**Tabla 21***Puntaje de la evaluación sensorial para los panes de acuerdo a cada formulación*

Panelistas	COLOR				OLOR				SABOR				TEXTURA			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
1	6	8	6	8	6	6	8	7	6	7	7	7	7	6	6	8
2	8	9	7	7	6	7	6	8	5	8	6	8	7	7	7	5
3	7	9	7	9	8	7	8	8	7	7	8	8	6	6	7	7
4	7	8	6	7	8	7	7	7	6	8	7	7	7	5	8	5
5	8	8	6	8	7	6	5	8	7	8	5	7	6	6	6	6
6	7	8	7	8	6	8	8	7	8	9	6	8	6	7	6	5
7	8	8	7	8	8	7	6	8	7	7	8	7	7	8	7	5
8	8	7	6	8	6	8	6	7	8	7	8	7	7	6	6	6
9	7	7	6	7	8	7	8	6	8	8	6	8	7	6	7	7
10	8	8	6	9	8	8	7	7	8	8	6	7	7	7	7	6
11	7	9	6	7	7	7	7	6	7	8	7	8	8	8	6	6
12	8	9	8	8	8	7	8	6	8	7	8	8	7	7	7	6
13	7	8	6	8	8	7	7	8	7	8	7	7	7	7	7	7
14	8	7	8	8	7	7	5	7	7	7	6	8	7	7	6	7
15	7	6	6	8	7	7	8	8	7	8	6	7	6	5	8	6
16	7	8	6	8	9	8	6	8	7	9	6	9	6	9	7	8
17	7	7	7	8	6	7	7	8	7	8	6	8	7	6	6	7
18	8	8	7	9	7	8	8	7	7	7	7	8	7	7	5	6
19	8	7	8	7	7	6	7	8	8	8	7	8	8	8	6	6
20	8	8	7	8	7	7	7	9	7	7	8	8	7	7	7	7
21	7	8	8	9	8	7	7	8	7	8	7	7	8	6	7	6
22	7	8	7	7	9	8	7	8	6	8	7	8	6	7	6	6
23	8	7	8	8	8	6	8	7	7	8	7	7	7	7	7	7
24	8	7	7	8	6	7	7	8	7	8	8	8	7	6	6	7
25	7	6	7	8	8	7	7	8	6	8	6	8	6	7	6	6
26	8	7	6	9	8	7	6	6	6	8	6	8	7	6	5	6
27	8	8	6	8	8	7	7	6	7	8	6	7	7	6	7	6
28	7	7	7	8	8	8	5	7	6	8	5	8	7	7	6	6
29	8	8	6	8	9	8	6	6	7	7	5	9	8	7	5	7
30	8	7	6	8	8	8	6	6	7	8	6	8	6	6	7	6

Nota. Elaboración propia (2021)

### 3.2.5.1 Prueba de Shapiro Wilk para cada atributo sensorial

Esta prueba nos permitió conocer si los datos provienen de una distribución normal o no.

**Tabla 22**

*Ensayo de normalidad - Shapiro Wilk por atributo de cada formulación*

Atributo	Formulaciones	Shapiro Wilk		
		Estadístico	GL	Sig
Color	F1(HS10HM30AP15)	0,710	30	.000
	F2(HS20HM25AP10)	0,866	30	.001
	F3(HS25HM10AP20)	0,774	30	.000
	F4(HS15HM15AP25)	0,772	30	.000
Olor	F1(HS10HM30AP15)	0,853	30	.001
	F2(HS20HM25AP10)	0,785	30	.000
	F3(HS25HM10AP20)	0,868	30	.001
	F4(HS15HM15AP25)	0,836	30	.000
Sabor	F1(HS10HM30AP15)	0,832	30	.000
	F2(HS20HM25AP10)	0,735	30	.000
	F3(HS25HM10AP20)	0,874	30	.002
	F4(HS15HM15AP25)	0,751	30	.000
Textura	F1(HS10HM30AP15)	0,778	30	.000
	F2(HS20HM25AP10)	0,883	30	.003
	F3(HS25HM10AP20)	0,859	30	.001
	F4(HS15HM15AP25)	0,859	30	.001

Nota. Elaboración propia (2021)

### 3.2.5.2 Prueba de Friedman

Planteamiento de la hipótesis

H0 = No hay diferencia significativa entre las cuatro formulaciones planteadas

H1 = Al menos una de las formulaciones es diferente

Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

## Desarrollo de la prueba de Friedman

**Tabla 23**

*Prueba de Friedman*

Atributo	Formulaciones	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas		
		Rango medio	Significancia	Decisión
Color	F1(HS10HM30AP15)	2.57	0,000	Rechace la hipótesis nula
	F2(HS20HM25AP10)	2.68		
	F3(HS25HM10AP20)	1.55		
	F4(HS15HM15AP25)	3.20		
Olor	F1(HS10HM30AP15)	2.87	0,1080	Acepta hipótesis nula
	F2(HS20HM25AP10)	2.38		
	F3(HS25HM10AP20)	2.15		
	F4(HS15HM15AP25)	2.60		
Sabor	F1(HS10HM30AP15)	2.05	0,000	Rechace la hipótesis nula
	F2(HS20HM25AP10)	3.12		
	F3(HS25HM10AP20)	1.85		
	F4(HS15HM15AP25)	2.98		
Textura	F1(HS10HM30AP15)	2.92	0,0350	Rechace la hipótesis nula
	F2(HS20HM25AP10)	2.58		
	F3(HS25HM10AP20)	2.33		
	F4(HS15HM15AP25)	2.17		

El nivel de significancia es de 0,05

Nota. Elaboración propia (2021)



## Prueba de comparación múltiple

**Tabla 24**

*Prueba de comparación múltiple por atributo*

Atributo	Formulaciones	Significancia
Color	F3(HS25HM10AP20) - F1(HS10HM30AP15)	0.014
	F3(HS25HM10AP20) - F2(HS20HM25AP10)	0.004
	F3(HS25HM10AP20) - F4(HS15HM15AP25)	0.000
	F1(HS10HM30AP15) - F2(HS20HM25AP10)	1.000
	F1(HS10HM30AP15) - F4(HS15HM15AP25)	0.345
	F2(HS20HM25AP10) - F4(HS15HM15AP25)	0.727
Sabor	F3(HS25HM10AP20) - F1(HS10HM30AP15)	1.000
	F3(HS25HM10AP20) - F4(HS15HM15AP25)	0.004
	F3(HS25HM10AP20) - F2(HS20HM25AP10)	0.001
	F1(HS10HM30AP15) - F4(HS15HM15AP25)	0.031
	F1(HS10HM30AP15) - F2(HS20HM25AP10)	0.008
	F4(HS15HM15AP25) - F2(HS20HM25AP10)	1.000
Textura	F4(HS15HM15AP25) - F3(HS25HM10AP20)	1.000
	F4(HS15HM15AP25) - F2(HS20HM25AP10)	1.000
	F4(HS15HM15AP25) - F1(HS10HM30AP15)	0.147
	F3(HS25HM10AP20) - F2(HS20HM25AP10)	1.000
	F3(HS25HM10AP20) - F1(HS10HM30AP15)	0.481
	F2(HS20HM25AP10) - F1(HS10HM30AP15)	1.000

El nivel de significancia es de 0,05

Nota. Elaboración propia (2021)

### 3.3. Caracterización químico próxima de la mejor formulación

**Tabla 25**

*Especificación de los componentes de la mejor formulación para obtener panes sin gluten*

<b>Componentes</b>	<b>F2(HS20HM25AP10)</b>
Humedad, %	19
Materia seca, %	81
Proteínas, %	16
Lípidos, %	9
Carbohidratos, %	71
Cenizas, %	4
Energía, Kcal	429

Nota. Elaboración propia (2021)

#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las concentraciones de harinas de soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) al elaborar panes sin gluten que permita obtener un producto aceptable al consumidor; para lo cual se caracterizó mediante análisis químico proximal las materias primas y posteriormente se evaluó las formulaciones propuestas para determinar sus características químico proximal, retención de gas, densidad aparente y atributos sensoriales los que nos permitieron seleccionar el mejor tratamiento. Finalmente se caracteriza la mejor formulación.

Es así que en la tabla 7 se muestran los contenidos de agua, materia seca, proteínas, lípidos, carbohidratos y ceniza de las harinas de soya, maíz y almidón de papa; los resultados fueron expresados en g/100 g de materia prima en base húmeda.

La tabla 7 muestra que el contenido de proteína de harina de maíz (8.8%) es ligeramente superior a 8.7% reportado por la FAO (2010) y el MINSA (2017); con respecto a la humedad (11.5%) el valor es igual al 11.5% reportado por Olivares y Ricardi (2013) e inferior al 11.9% reportado por MINSA (2017); el análisis de grasa (6.3%) es inferior al 6.5% reportado por la FAO (2010) y MINSA (2017); el contenido de ceniza (1.9%) es superior al 1.63% reportado por Olivares y Ricardi, al 1.7% reportado por MINSA (2017) y al 1.5% reportado por Bejarano et. al. (2002).

Por otro lado, harina de soya presenta un contenido de proteína (45%) inferior al 48% reportado por Serrato y Bernal (2000), con respecto a la humedad (10%), el valor se encuentra dentro del límite establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 205.040: 2016 (Harinas

sucedáneas de la harina de trigo), que determina que la cantidad de humedad de la harina no debe exceder 15% pues influencia en la conservación de la calidad, siendo uno de los factores de aceleración de reacciones químicas, enzimáticas y crecimiento de microorganismos.

Así también, el almidón de papa presenta una humedad (11.2%), por debajo de lo reportado por Eliasson (2004), quien refiere que el almidón de papa se encuentra en un rango de humedad del 12 al 18% y por encima del 9.22 a 10.25% de humedad reportado por Peña (2017).

Con relación a la diferencia entre los valores que componen a los alimentos según el análisis químico proximal Ramírez (2015), opina que variables como zona geográfica, altitud, condiciones de suelo, fertilización e irrigación entre otras están relacionadas con el porcentaje de proteínas y grasa de los alimentos. Así mismo, Villón (2018), adiciona otras variables como estado de madurez, condiciones climatológicas y capacitación técnica. No dejando de considerar que la técnica de análisis empleada y los equipos son variables relevantes en los resultados obtenidos por el investigador.

Con respecto a la tabla 8 podemos mencionar que en ella se muestra la caracterización químico proximal de las masas de cada formulación para obtener pan sin gluten, donde resalta el contenido de proteínas en las formulaciones 2 (12.66%) y 3 (13.56%) como consecuencia de la mayor proporción de harina de soya (20 y 25% respectivamente). Lo que trajo como consecuencia que estas masas se sintieran más secas coincidiendo con lo expresado por Serrato y Bernal (2000), quien explica que debido al carácter hidrofílico de la proteína de soya, las masas que contengan una mayor proporción de harina de soya requerirán de mayor cantidad de agua.

En la tabla 9 se muestran los resultados de la retención de gas en las masas formuladas, carácter importante pues como menciona Pulloquina (2011), las harinas débiles que tienen un contenido de proteínas relativamente bajo, dan como resultado un gluten suave, baja elasticidad y poca capacidad de retención de gas, siendo este último un factor del valor panadero que depende de las cualidades físicas de la masa, pues una buena retención gaseosa es, en efecto, inseparable de una fabricación de calidad y cuando al contrario es débil, los panes son bastante a menudo poco desarrollados y de textura apretada. Por lo que fue preponderante realizar un análisis de varianza para determinar cuál de las formulaciones presentaba la mejor retención de gas. El análisis de varianza mostro que existía diferencia significativa entre los tratamientos siendo necesario realizar la prueba de tukey, la misma que permitió concluir que la formulación F2(HS20HM25AP10) con un valor de 55.5%, es el mejor tratamiento seguido de las formulaciones F1(HS10HM30AP15) (53.84%), F4(HS15HM15AP25) (50.55%) y F3(HS25HM10AP20) (48.56%). Así también la figura 9 permite visualizar y comparar gráficamente la retención de gas en cada formulación.

En la tabla 13 se presentan los resultados de la composición químico proximal de los panes obtenidos por formulación donde se evaluó el porcentaje de proteína como variable importante para seleccionar el mejor tratamiento. Fue necesario hacer un análisis de varianza y prueba de tukey para concluir que la formulación F3(HS25HM10AP20) con 18.19% de proteína es la mejor seguida de las formulaciones F2(HS20HM25AP10) (16.79%), F4(HS15HM15AP25) (13.23%) y F1(HS10HM30AP15) (11.70%).

En la tabla 17 se presentan los resultados de la evaluación física de densidad aparente después de la cocción y enfriamiento de los panes sin gluten de cada formulación. El análisis de varianza mostro diferencia significativa entre las formulaciones siendo necesario la prueba de tukey la misma que nos permitió concluir que la formulación F3(HS25HM10AP20) presenta la menor densidad aparente (0.48g/ml) seguido ascendentemente por F2(HS20HM25AP10) (0.49g/ml), F4(HS15HM15AP25) (0,499g/ml) y F1(HS10HM30AP15) (0.50g/ml). Según Henao (2004), la densidad aparente de 0,19 g/ml en panes elaborados con harina de trigo ya que su calidad depende de su contenido de proteínas especialmente la gliadina y glutenina que son responsables de proporcionar al pan su característica final. Así también Navarro (2004), explica que la densidad aparente indica la frescura y calidad del pan, por ejemplo, cuando aplastas el pan su densidad aumenta, ya que la separación entre sus moléculas es menor es obvio ya que un pan siempre tiene como aire entremedio y es esponjoso, pero cuando lo aplastas expulsa el aire y queda más compacto.

Con respecto a las evaluaciones sensoriales de las formulaciones en la tabla 21 se muestran los resultados (atributos evaluados: color, olor, sabor y textura) que fueron evaluados por la prueba de Friedman, luego de realizada la prueba se observó diferencia significativa para los atributos color, sabor y textura, por lo que tuvo que realizarse la prueba de comparación múltiple por atributo.

En el atributo color que la formulación F4(HS15HM15AP25) es la mejor seguida descendentemente por F2(HS20HM25AP10), F1(HS10HM30AP15) y F3(HS25HM10AP20).

Con respecto al sabor la formulación F2(HS20HM25AP10) es la mejor seguida descendientemente de F4(HS15HM15AP25), F1(HS10HM30AP15) y F3(HS25HM10AP20).

De igual manera en el atributo textura la formulación F1(HS10HM30AP15) es la mejor seguida descendientemente de F2(HS20HM25AP10), F3(HS25HM10AP20) y F4(HS15HM15AP25).

Y después de analizar íntegramente las características físicas y sensoriales de los panes sin gluten obtenidos en cada formulación se decidió dar como mejor tratamiento a la formulación F2(HS20HM25AP10). Ver anexo 6.

La decisión se sustenta entre otros aspectos técnicos en lo expuesto por Puppo et. al. (2007), quien menciona que al incorporar derivados de soja en los productos de panificación se produce modificaciones en el proceso de elaboración y la calidad de los productos. Esto es debido a las características y la funcionalidad de sus componentes que afectan las propiedades sensoriales de los alimentos, como apariencia, color, sabor, olor, aroma y textura, los cuales, son atributos determinantes de la aceptación por parte de los consumidores. El sabor y el olor de los derivados de soja y su interacción con los atributos sensoriales de los alimentos, son críticos para determinar el posible uso y el nivel de incorporación a emplear. Los componentes de la soja poseen propiedades funcionales que pueden ser de gran utilidad o, en ciertos casos, tener efecto negativo en los diferentes procesos de elaboración y calidad de los productos horneados.

Así también la harina de soja se emplea en panificación tanto para mejorar las propiedades nutritivas de los productos, como para aprovechar los efectos beneficiosos de sus enzimas y

fosfolípidos. Los derivados de la soja representan una excelente fuente de proteínas vegetales con alto contenido de lisina presentando, además, una elevada digestibilidad (entre 95 y 100 %) en los aislados proteicos (Ou et. al., 2004). La fortificación de harinas con derivados de soja incrementa no sólo la cantidad de las proteínas sino también la calidad nutricional. Un pan elaborado con una receta básica tiene un porcentaje de proteínas de 8 a 9 %, valor que puede incrementarse hasta un 13 a 16 % cuando se incorporan derivados de soja (Ribbota et. al., 2010).



## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. Se concluye empleando proporciones adecuadas de harinas de soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) es factible elaborar panes sin gluten con atributos sensoriales, características físicas y nutricionales que satisfacen las necesidades de consumidores cada vez más exigentes.
2. Las materias primas caracterizadas mediante análisis químico proximal presentan las siguientes características, Harina de maíz: 11.5% de humedad, 8.8% de proteína, 6.3% de lípidos, 1.9% de ceniza y 71.5% de carbohidratos; Harina de soja: 10% de humedad, 45% de proteína, 1.8% de lípidos, 6.2% de ceniza y 37% de carbohidratos; Almidón de papa: 11.2% de humedad, 0.2% de proteína, 0.3% de lípidos, 0.1% de ceniza y 88.2% de carbohidratos.
3. Se determinó que la mejor formulación para obtener panes sin gluten fue la formulación 2 (20% de harina de soja, 25% de harina de maíz y 10% de almidón de papa), caracterizándose por presentar 55.5% de retención de gas y una densidad aparente de 0.48 g/ml.
4. Se realizó la prueba no paramétrica de Friedman logrando caracterizar sensorialmente a la Formulación F2(HS20HM25AP10) como la mejor y con un promedio de 7.7 puntos

en el atributo color, 7.2 puntos en el atributo olor, 7.8 puntos en el atributo sabor y 6.7 puntos en el atributo textura.

5. La caracterización químico proximal del mejor tratamiento fue: 19% de humedad, 16% de proteína, 9% de lípidos, 4% de ceniza, 71% de carbohidratos y 429 kcal.

## **RECOMENDACIONES**

1. Teniendo en cuenta que en el Perú y mucho más en la región andina la deficiencia de Fe y la anemia ferropénica constituyen problemas de salud pública importantes que afectan a millones de personas, se propone incluir este mineral en este tipo particular de pan.
2. Por otro lado, resulta fundamental evaluar el tiempo de vida útil de estos productos particulares y la evolución de los atributos sensoriales y los cambios texturales ocasionados durante el almacenamiento.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- AACC International. Approved Methods of Analysis. Method 10-05.01 Guidelines for Measurement of Volume by Rapeseed Displacement [sede Web]. The American Association of Cereal Chemists; EE.UU. (2000). Disponible en: <http://methods.aaccnet.org/summaries/10-05-01.aspx>
- Abdel-Aal, E. (2009). Functionality of starches and hydrocolloids in gluten free foods. In E. Gallagher (Ed.), *Gluten-free food science and technology* (pp. 200 - 224). London: John Wiley & Sons.
- Aleman, M. (1999). *Enciclopedia de las dietas y la nutrición*. Barcelona - España: Planeta,
- Amendola, J. & Rees, N. (2003). *Understanding Baking: The Art and Science of Baking*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Anzaldúa-Morales A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Acribia Editorial. Zaragoza. España.
- Arendt EK, O'Brien CM, Schober T, Gormley TR. y Gallagher E. (2002). Development of gluten-free cereal products. *Farm and Food*, 12, 21-27.
- Badui, D. (2006). *Química de alimentos*. Cuarta edición. Pearson educación. México.
- Bautista, J. (2007). Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. *Archivos norteamericanos de nutrición*

- Becerra, M. (2015). Ventajas de la soya en personas de bajos recursos. [En línea] 2015. <https://es.slideshare.net/MarianaGuarneros/presentacion-soya>.
- Bejarano, I., Bravo, A., Huamán, D., Huapaya, H., Roca, N., & Rojas, Ch. (2002). Tabla de composición de alimentos industrializados. Ministerio de salud – Instituto Nacional de Nutrición. Lima
- Belitz, H., Grosch, W, y Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. 4th revised and extended edition. Springer. Germany.
- Bloksma, A. (1990). Dough structure, dough rheology, and baking quality. *Cereal Foods World* 35, 237–243.
- Brandt, K., Lück, L., Bergamo, P., Whitley, A. & Velimirov, A., (2005). Transformación del Trigo en Pan. Control de la Calidad y Seguridad en las Cadenas de Producción Orgánica.
- Calvo, A. (2003). La soja, valor dietético y nutricional. Curso, equilibrio alimentario en los escolares. Disponible en: [www.diodora.com/documentos/nutricion\\_soja.htm](http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.htm).
- Callejo, M. J. (2002). Industrias de Cereales y Derivados. Ed. AMV-Mundi-Prensa, Madrid.
- Cauvain, S. P., Stanley, P., & Young, L. S. (2007). Technology of bread making. Second edition. Springer Science+Business Media. New York. E.E.U.U.
- Cerón, A., Hurtado, A., Osorio, O. Buchely, M. (2010). Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería. Universidad de Nariño. Colombia.

- Coulter T.P. (2007). Manual de química y bioquímica de los alimentos. Editorial. Acribia S.A Zaragoza. España.
- Criscut, A. (2006). Harina de soja. Obtenido de Alimentos: <http://alimentos.org.es/harina-soja>
- Dupuis, J. (2016). La soja ¿buena o mala? [En línea] 05 de julio de 2016. <http://www.saludnutricionbienestar.com/la-soja-buena-o-mala/>.
- Eliasson, A. y Larsson, K. (1993). Cereals in Breadmaking: A Molecular Colloidal Approach. New York: Marcel Dekker.
- Eliasson, A. (2004). Starch in food: structure, function and applications. England, UK, Editorial Cambridge. 597p.
- Endres, J.G. (2001). Uses in food systems. Soy protein products. Characteristics, nutritional aspects, and utilization. AOCS. Illinois, United States.
- Engleson J, Atwell B. (2008). Gluten-free Product Development. Cereal Foods World, 53, 180-184.
- Espinosa, M. (2007). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Editorial Universitaria. Cuba. p 116
- Fageer, A. S. M., & El Tinay, a. H. (2004). Effect of genotype, malt pretreatment and cooking on in vitro protein digestibility and protein fractions of corn. Food Chemistry, 84(4), 613-619. [http://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00286-3](http://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00286-3)

- FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación). (2010). Aspectos nutricionales de los cultivos andinos subexplotados. Recuperado de: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom /contenido /libro12/cap2.htm>
- Fennema, O. (2000). Química de los alimentos. Tercera Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Fernández, Z. y Vera, G. (2014). Elaboración de un producto extruido en base a harinas de algarroba (*Prosopis pallida*), arroz (*Oriza sativa*) y Maíz amarillo duro (*Zea mays* L). Tesis de grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú. Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/ 143/BC-TES-3874.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Fleming SE, Sosulski FW. (1978). Microscopy evaluation of bread fortified with concentrated plant proteins. *Cereal Chemistry*, 55, 373-382.
- Gálvez, A. V., Aravena, E. L., & Mondaca, R. L. (2006). Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(4), 821-827. <http://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400017>
- Gallagher E, Gormley TR, Arendt AK. (2003a). Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*, 56, 153-161.
- Gallagher E, Kunkel A, Gormley TR, Arendt EK. (2003b). The effect of dairy and rice powder addition on loaf and crumb characteristics, and on shelf-life (intermediate and long term) of gluten-free breads stored in a modified atmosphere. *European Food Research and Technology*, 218, 44-48.

- Geovanny, H., Padilla, F., Priscila, J., & Vera, J. (2010). Estudio de vida útil del pan de molde blanco.
- Gimeno, M. (2013). Mejora de las características tecnológicas y de los perfiles sensorial y nutricional de un producto de panificación mediante la formulación con aceite de oliva virgen. Tesis de doctoral. Universidad de Lleida. España. Disponible en <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/109210/Tmtgm1de1.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- Goesaert, H.; Brijs, K.; Veraverbeke, W.; Courtin, C.; Gebruers, K.; And Delcour, J. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends Food Sci. Technol.* 16, 12–30.
- González, U. A. (2009). El maíz y los productos de su industrialización. Mexico D.F.: Editorial Trillas.
- Gujral HS, Haros M, Rosell CM. (2003). Starch hydrolysing enzymes for retarding the staling for rice bread. *Cereal Chemistry*, 80, 750-754.
- Hallberg, LM. y Chinachoti, P. (2002). A fresh perspective on staling: the significance of starch recrystallization on the firming of bread (En inglés). *Journal of Food Science* 67:1092-1096.
- Heiniö R-L. (2006). Sensory attributes of bakery products. En: *Bakery products: science and technology*. Editado por Hui YH. Blackwell Publishing, Ames, EUA. 285-298.

- Henao, S. (2004). Estudio tecnológico de la utilización de harina de yuca en panificación. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Sede Palmira - Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 128 p.
- Hernández J. (2012). Formulación y evaluación de panes para celíacos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p 16-18.
- Hoseney, C. (1991). Principios de ciencia y tecnología de cereales. Acribia S.A. Zaragoza – España.
- Houhg, G.;Langohr,K.; Gómez,G. y Curia,A. (2003). Survival analysis applied to sensory shelflife offoods. Journal offood Science, 68,359-362.
- Hui, Y.H.; Corke, H.; De Leyn, I.; Cross, N. y Nip, W. (2006). Baking products: Science and Technology. Blackwell Publishing. Iowa – EEUU.
- Hug-Iten, S.; Conde-Petit, B.; y Echer, F. (2001). Structural properties of starch in bread and bread model systems—influence of an antistaling  $\alpha$ -amylase. Cereal Chem. 78, 421–428.
- Indrani, D; Prabhasankar, P; Rajiv, J, y Venkateswara, G. (2003). Scanning electron microscopy, rheological characteristics, and bread-baking performance of wheat-flour dough as affected by enzymes. Journal of Food Science 68:204-209.
- Jiménez, S. (2008). Producción y Comercialización de productos de soya. Quito-Ecuador.
- Jiménez, M. T. & Salgado, A. (2012). Métodos de control de crecimiento microbiano en el pan. Departamento de Ingeniería Química.



- Kent, N. (2001). Tecnología de los Cereales .Editorial Acribia .Zaragoza. España
- Kulp, K.; Lorenz, K. (2003). Handbook of dough fermentations. Marcel Dekker. New York  
– The United States.
- Lazaridou, A; Duta, D; Papageorgiou, M; Belc, N. y Biliaderis, CG. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering 79:133-147.
- León, A. E., & Rosell, C. M. (2007). De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Córdoba: Hugo Báez Editor.
- Marquart, L y Cohen, E. (2005). Increasing whole grain consumption. Food Technology 59:24-32.
- Mesas, J.M y Alegre, MT. (2002). El pan y su proceso de elaboración. Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria 3:307-313.
- Muñoz, L; Pedreschi, F; Leiva, A; Aguilera, J. (2015). Loss of birefringence and swelling behavior in native starch granules: Microstructural and thermal properties. Journal of Food Engineering 152:65-71.
- Ministerio de Salud (MINSA). (2017). Tabla Peruana de Composición de Alimentos. 10ma ed. – Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. 142 p.
- Miyazaki, M; Van Hung, P; Maeda, T. y Morita, N. (2006). Recent advances in applications of modified starches for breadmaking . Trends in Food Science and Technology 17:591-599.

- Moore MM, Schober TJ, Dockery P, Arendt EK. (2004). Textural comparison of gluten free and wheat-based doughs, batters and breads. *Cereal Chemistry*, 81, 567-575.
- Navarro P. E. 2004 “Elaboración de pan”. Informe de prácticas de laboratorio – UNSM – T. Tarapoto – Perú.
- Newman, A. (2007). La soya. Caracas - Venezuela: Instituto Nacional de Nutrición.
- Niewinski, M. (2008). Los avances en la enfermedad celíaca y la dieta sin gluten. *J Am Diet Assoc* 108:661\_672.
- Norma Técnica Peruana 205.040. (2016). Harinas sucedáneas de la harina de trigo.
- Olivares, Y. y Ricardi, K. (2013). Efecto del proceso de malteado en las características fisicoquímicas y químicas en la obtención de harina de maíz (*Zea mays*). Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tarma. Perú. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1957/Olivares%20Quincho%20-%20Ricardi%20Yapiash.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Onyango C, Mutungi C, Unbehend G, Lindhauer MG. 2011. Modification of glutenfree sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice starch. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 681-686.
- Oscoco, K. (2013). Efecto de la variación de humedad, presión y cantidad de carga en la obtención del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) expandido. Tesis de grado. Universidad Nacional José María Arguedas. Andaguaylas. Apurímac. Perú. Disponible en <http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/204/09-2013-EPIA-Oscoco%20Quispe-maiz%20expandido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Ou, S.; Kwok, K.C. y Kang, Y. (2004). Changes in in vitro digestibility and available lysine of soy protein isolate after formation of film. *J. Food Eng.* 4(3): 301-305.
- Pacheco, A. (2016). Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Peña, E. (2017). Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de cinco variedades de papas nativas procedentes de Ilave (Puno). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2655/Q02-P45-T.pdf?sequence=1>
- Pulloquina, M. (2011). Estudio del efecto de glucosidasas y alfa-amilasas en la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*) Nacional. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/836>
- Puppo M.C.; Gularte M.A.; Pérez G.; Ribotta P. y Añón M.C. (2007). Soja. De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. (1ª Ed.). Hugo Baéz. Córdoba, Argentina.
- Pszczola, D. (2005). Ingredients for bread meet changing kneads. *Food Technology* 59:55-

- Quaglia, G. (1991). Ciencia y tecnología de la panificación. Editorial. Acribia, Zaragoza – España.
- Ribotta PD, Arnulphi SA, León AE, Añón MC. (2005). Effect of soybean addition on the rheological properties and breadmaking quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1889-1896.
- Ribotta, P.D.; Pérez, G.T.; Añón, M.C. y León, A.E. (2010). Optimization of additive combination for improved soy–wheat bread quality. *Food Bioprocess Technol.* 3(3): 395-405.
- Rodrigo, L. (2006). Enfermedad celiaca. *World J Gastroenterol* 12(41):6585\_6593.
- Russell, T, Drake, M y Gerard, P. (2006). Sensory properties of whey and soy proteins. Ciudad Real - España: Food Science,
- Sánchez, H. D.; Osella, C. A.; de la Torre, M. A. (2002). Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour, and cassava starch. *Journal of Food Science* 67(1), 416-419.
- Sciarini, L. (2011). Estudio del efecto de diferentes aditivos sobre la calidad y la conservación de panes libres de gluten. Tesis Doctoral. Universidad. Universidad Nacional de la Plata. La Plata. Argentina. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2637/all-0001.pdf?sequence=1>.
- Schober, TJ. (2009). Manufacture of gluten-free specialty breads and confectionery products. En: *Gluten-free food science and technology*. Editado por Gallagher E. Wiley-Blackwell, Oxford, Inglaterra. 130-180.

- Schober TJ, Messerschmidt M, Bean SR, Park S-H, Arendt EK. (2005). Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chemistry*, 82, 394-404.
- Serrato, A. y Bernal, D. (2000). Aprovechamiento de la harina de soya desengrasada en la industria galletera. Tesis de grado. Universidad de La Salle. Bogotá. Colombia. Disponible en [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1669&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1669&context=ing_alimentos)
- Stanley P. Cauvain & Young, S., (2002). Fabricación de pan. Editorial. Acribia S.A. – España.
- Stone, H.; Sidel, J. (2004). Sensory evaluation practices. 3 ed. Elsevier Academic Press. California – The United States.
- Turcios, V. (2004). Validación de programas de predicción para estimar el contenido de aminoácidos en maíz, harina de soya y sorgo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Escuela de Zootecnia. Guatemala.
- Ward, F. y Andon, S. (2002). Hydrocolloids as film formers, adhesives and gelling agents for bakery and cereal products. *Cereal Foods World*, 47, 52–55.
- Yusuph, M; Tester, R; Ansell, R; Snape, C. (2003). Composition and properties of starches extracted from tubers of different potato varieties grown under the same environmental conditions. *Food Chemistry* 82(2):283-289.
- Zegarra, S. (2018). Elaboración de un pan apto para celíacos a base de harina de *Chenopodium Pallidicaule* Aelle (Cañihua) y evaluación de su aceptabilidad

sensorial. Tesis de post grado. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima Perú.

Disponible en [http://200.37.102.150/bitstream/USIL/3023/1/2018\\_Zegarra.pdf](http://200.37.102.150/bitstream/USIL/3023/1/2018_Zegarra.pdf).

## ANEXOS

### Anexo 1 Tomas fotográficas de la investigación

#### Figura 13

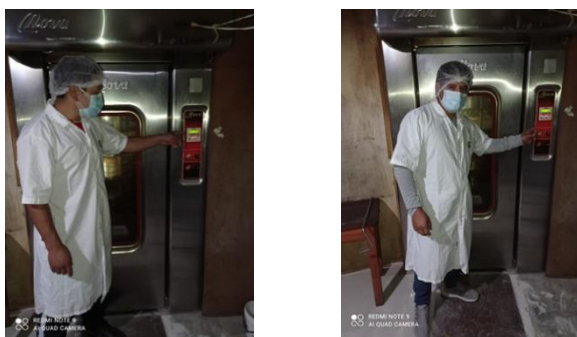
*Pesado y mezclado de materia prima e insumos*



Nota. Elaboración propia (2021)

#### Figura 14

*Programación del proceso de horneado*



Nota. Elaboración propia (2021)

**Figura 15**

*Panes en proceso de horneado*



Nota. Elaboración propia (2021)

**Figura 16**

*Control de proceso de horneado*



Nota. Elaboración propia (2021)

**Figura 17**

*Productos de pan sin gluten*



Nota. Elaboración propia (2021)



## Anexo 2 Determinación de la retención de gas por formulación

### Valores de Retención de Gas en las Formulaciones

Repeticiones	Formulaciones			
	F1	F2	F3	F4
<b>R1</b>	53.84	55.5	48.57	50.55
<b>R2</b>	53.95	55.93	48.34	49.87
<b>R3</b>	54.45	53.78	48.55	49.98
<b>R4</b>	53.82	54.96	48.92	49.93
<b>R5</b>	53.68	54.95	47.78	50.83
<b>R6</b>	54.03	54.87	49.04	50.74
<b>R7</b>	53.67	55.78	49.18	50.81
<b>R8</b>	53.52	55.63	48.62	50.72
<b>R9</b>	54.46	55.78	48.68	50.58
<b>R10</b>	53.98	55.82	48.3	50.34
<b>R11</b>	53.37	55.62	48.54	50.88
<b>R12</b>	53.75	56.26	48.44	50.74
<b>R13</b>	53.74	55.58	48.6	50.78
<b>R14</b>	54.36	55.98	48.15	50.92
<b>R15</b>	52.98	56.06	48.78	50.62

### Descriptivos

Porcentaje de retención de gas

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
HS10HM30AP15	15	53,8400	,39916	,10306	53,6190	54,0610	52,98	54,46
HS20HM25AP10	15	55,5000	,62978	,16261	55,1512	55,8488	53,78	56,26
HS25HM10AP20	15	48,5660	,35044	,09048	48,3719	48,7601	47,78	49,18
HS15HM15AP25	15	50,5527	,35530	,09174	50,3559	50,7494	49,87	50,92
Total	60	52,1147	2,77190	,35785	51,3986	52,8307	47,78	56,26

### Prueba de homogeneidad de varianzas

Porcentaje de retención de gas

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,584	3	56	,203

### ANOVA

Porcentaje de retención de gas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	442,052	3	147,351	732,174	,000
Dentro de grupos	11,270	56	,201		
Total	453,322	59			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Porcentaje de retención de gas

HSD Tukey

(I) Tratamientos		(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
P15	HS10HM30A	HS20HM25AP1	-1,66000*	,16381	,000	-2,0937	-1,2263
	0	HS25HM10AP2	5,27400*	,16381	,000	4,8403	5,7077
	5	HS15HM15AP2	3,28733*	,16381	,000	2,8536	3,7211
P10	HS20HM25A	HS10HM30AP1	1,66000*	,16381	,000	1,2263	2,0937
	5	HS25HM10AP2	6,93400*	,16381	,000	6,5003	7,3677
	0	HS15HM15AP2	4,94733*	,16381	,000	4,5136	5,3811
P20	HS25HM10A	HS10HM30AP1	-5,27400*	,16381	,000	-5,7077	-4,8403
	5	HS20HM25AP1	-6,93400*	,16381	,000	-7,3677	-6,5003
	0	HS15HM15AP2	-1,98667*	,16381	,000	-2,4204	-1,5529
P25	HS15HM15A	HS10HM30AP1	-3,28733*	,16381	,000	-3,7211	-2,8536
	5	HS20HM25AP1	-4,94733*	,16381	,000	-5,3811	-4,5136
	0	HS25HM10AP2	1,98667*	,16381	,000	1,5529	2,4204

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

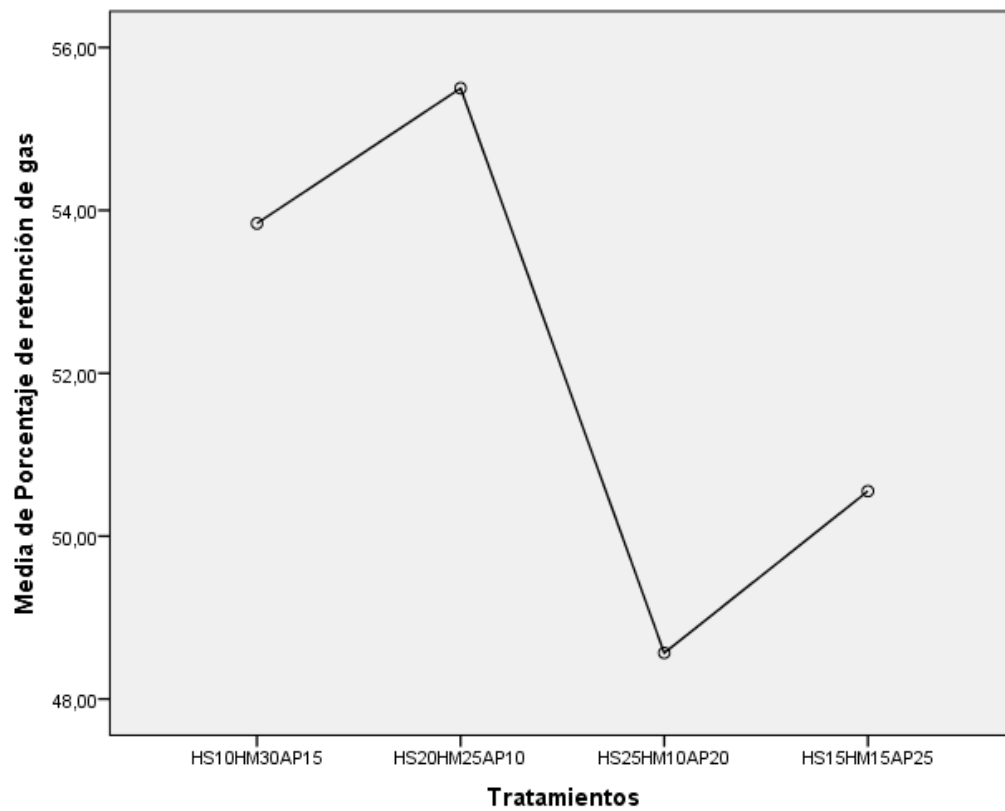
### Porcentaje de retención de gas

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
HS25HM10AP 20	15	48,566 0			
HS15HM15AP 25	15		50,552 7		
HS10HM30AP 15	15			53,840 0	
HS20HM25AP 10	15				55,500 0
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.



### **Anexo 3** Evaluación del contenido de proteína por formulación

#### Evaluación del contenido de proteína por formulación

<b>Componente</b>	<b>% de Proteína</b>			
	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
<b>R1</b>	11.74	16.88	18.09	13.03
<b>R2</b>	11.46	16.86	18.35	13.37
<b>R3</b>	11.64	17.22	18.34	13.16
<b>R4</b>	11.72	16.52	18.11	13.39
<b>R5</b>	11.85	16.75	18.23	13.21
<b>R6</b>	11.86	16.91	17.97	13.22
<b>R7</b>	11.83	16.69	18.32	13.19
<b>R8</b>	11.52	16.49	18.12	13.27

### Descriptivos

#### Contenido de Proteína

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
HS10HM30A	8	11,7	,15145	,05354	11,5759	11,829	11,4	11,8
P15		025				1	6	6
HS20HM25A	8	16,7	,23507	,08311	16,5935	16,986	16,4	17,2
P10		900				5	9	2
HS25HM10A	8	18,1	,13953	,04933	18,0746	18,307	17,9	18,3
P20		913				9	7	5
HS15HM15A	8	13,2	,11576	,04093	13,1332	13,326	13,0	13,3
P25		300				8	3	9
Total	3	14,9	2,66349	,47084	14,0181	15,938	11,4	18,3
	2	784				7	6	5

### Prueba de homogeneidad de varianzas

#### Contenido de Proteína

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,393	3	28	,265

### ANOVA

#### Contenido de Proteína

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	219,142	3	73,047	2630,852	,000
Dentro de grupos	,777	28	,028		
Total	219,919	31			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Contenido de Proteína

HSD Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
5	HS10HM30AP1	-5,08750*	,08332	,000	-5,3150	-4,8600
	0					
	HS25HM10AP2					
0	0	-6,48875*	,08332	,000	-6,7162	-6,2613
	HS15HM15AP2					
	5					
0	HS20HM25AP1	5,08750*	,08332	,000	4,8600	5,3150
	5					
	HS25HM10AP2					
0	0	-1,40125*	,08332	,000	-1,6287	-1,1738
	HS15HM15AP2					
	5					
0	HS25HM10AP2	6,48875*	,08332	,000	6,2613	6,7162
	5					
	HS20HM25AP1					
0	0	1,40125*	,08332	,000	1,1738	1,6287
	HS15HM15AP2					
	5					
5	HS15HM15AP2	1,52750*	,08332	,000	1,3000	1,7550
	5					
	HS20HM25AP1					
0	0	-3,56000*	,08332	,000	-3,7875	-3,3325
	HS25HM10AP2					
	0					

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

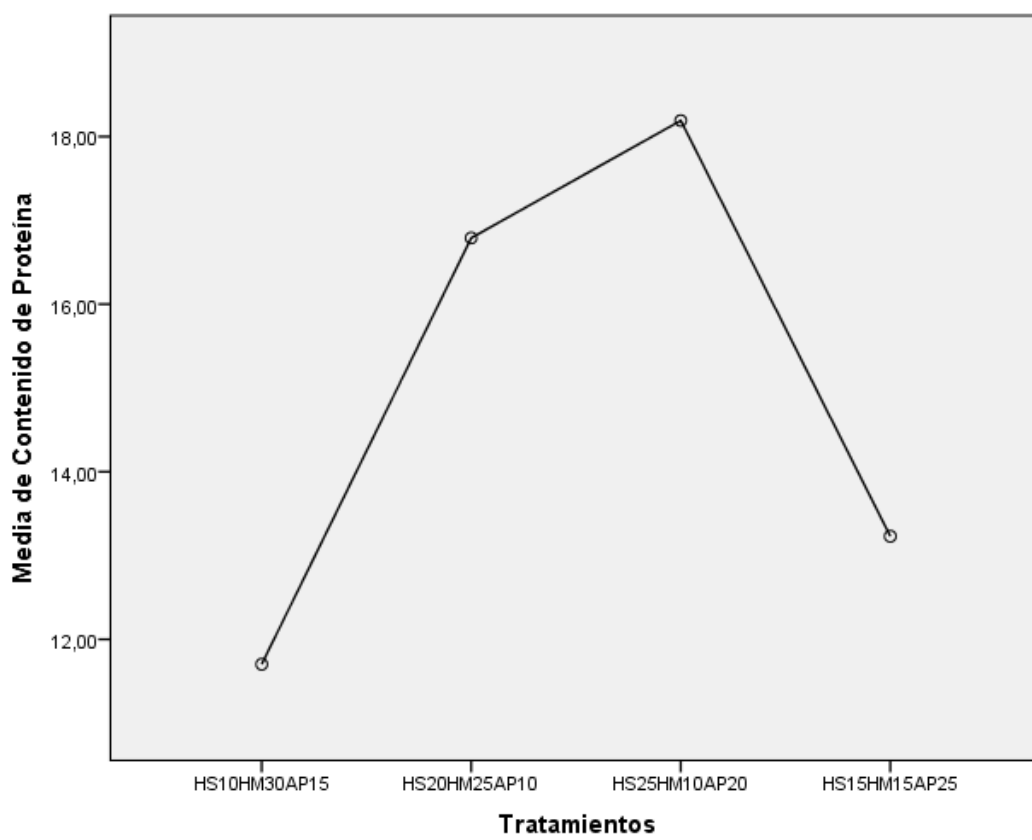
### Contenido de Proteína

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
HS10HM30AP	8	11,702			
15		5			
HS15HM15AP	8		13,230		
25			0		
HS20HM25AP	8			16,790	
10				0	
HS25HM10AP	8				18,191
20					3
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.





#### Anexo 4 Evaluación de la densidad aparente en los panes por formulación

Densidad Aparente	Formulaciones			
	F1	F2	F3	F4
	(HS10HM30AP15)	(HS20HM25AP10)	(HS25HM10AP20)	(HS15HM15AP25)
R1	0.506	0.493	0.478	0.5
R2	0.506	0.493	0.482	0.498
R3	0.507	0.491	0.483	0.5
R4	0.506	0.491	0.482	0.501
R5	0.507	0.492	0.479	0.501
R6	0.507	0.49	0.476	0.498
R7	0.507	0.492	0.481	0.497
R8	0.508	0.493	0.476	0.499
R9	0.508	0.491	0.483	0.498
R10	0.506	0.493	0.481	0.498
R11	0.505	0.491	0.477	0.5
R12	0.506	0.491	0.481	0.5
R13	0.505	0.492	0.482	0.5
R14	0.507	0.491	0.48	0.501
R15	0.506	0.49	0.479	0.499

### Descriptivos

Densidad Aparente

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Varianza entre-componente
					Límite inferior	Límite superior			
HS10HM30AP15	15	,50647	,000915	,000236	,50596	,50697	,505	,508	
HS20HM25AP10	15	,49160	,001056	,000273	,49102	,49218	,490	,493	
HS25HM10AP20	15	,48000	,002390	,000617	,47868	,48132	,476	,483	
HS15HM15AP25	15	,49933	,001291	,000333	,49862	,50005	,497	,501	
Total	60	,49435	,010006	,001292	,49177	,49693	,476	,508	
Modelo			,001528	,000197	,49395	,49475			
Efectos fijos									
Efectos aleatorios				,005665	,47632	,51238			,000128

### Prueba de homogeneidad de varianzas

Densidad Aparente

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
8,328	3	56	,000

### ANOVA

Densidad Aparente

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,006	3	,002	825,283	,000
Dentro de grupos	,000	56	,000		
Total	,006	59			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Densidad Aparente

HSD Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I- J)	Error estándar	Sig. .	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
HS10HM30A P15	HS20HM25A P10	,014867*	,00055 8	,00 0	,01339	,01634
	HS25HM10A P20	,026467*	,00055 8	,00 0	,02499	,02794
	HS15HM15A P25	,007133*	,00055 8	,00 0	,00566	,00861
HS20HM25A P10	HS10HM30A P15	-,014867*	,00055 8	,00 0	-,01634	-,01339
	HS25HM10A P20	,011600*	,00055 8	,00 0	,01012	,01308
	HS15HM15A P25	-,007733*	,00055 8	,00 0	-,00921	-,00626
HS25HM10A P20	HS10HM30A P15	-,026467*	,00055 8	,00 0	-,02794	-,02499
	HS20HM25A P10	-,011600*	,00055 8	,00 0	-,01308	-,01012
	HS15HM15A P25	-,019333*	,00055 8	,00 0	-,02081	-,01786
HS15HM15A P25	HS10HM30A P15	-,007133*	,00055 8	,00 0	-,00861	-,00566
	HS20HM25A P10	,007733*	,00055 8	,00 0	,00626	,00921
	HS25HM10A P20	,019333*	,00055 8	,00 0	,01786	,02081

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

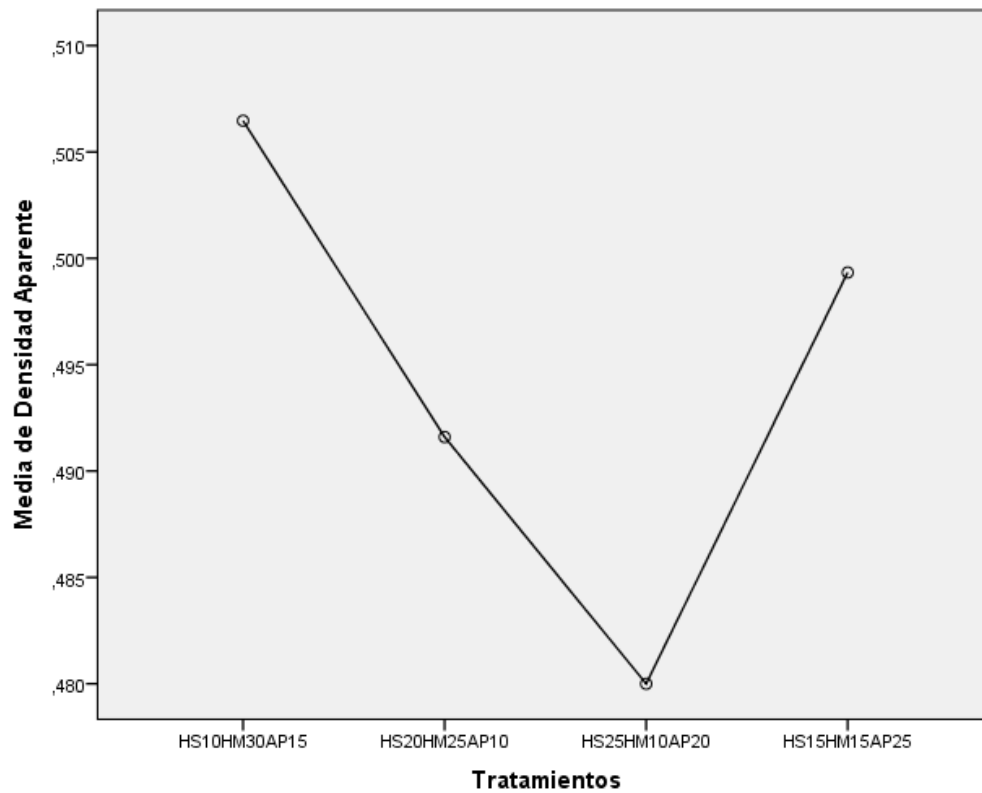
### Densidad Aparente

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
HS25HM10AP 20	15	,48000			
HS20HM25AP 10	15		,49160		
HS15HM15AP 25	15			,49933	
HS10HM30AP 15	15				,50647
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.







## Anexo 5 Formato de evaluación sensorial

### PRUEBA DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN

Nombre:.....

Fecha: .....

**Instrucciones:** A continuación, se presentan 4 muestras de panes sin gluten a base de harinas de maíz y soya y almidón de papa. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado con respecto a la característica en cada muestra colocando el número de acuerdo a la escala que se encuentra en la parte inferior.

MUESTRA	Color	Olor	Sabor	Textura
				
				
				
				

**Donde:**

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	(9)
Me gusta mucho	(8)
Me gusta bastante	(7)
Me gusta ligeramente	(6)
Ni me gusta ni me disgusta	(5)
Me disgusta ligeramente	(4)
Me disgusta bastante	(3)
Me disgusta mucho	(2)
Me disgusta muchísimo	(1)

Comentarios y sugerencias:

---

---

## Anexo 6 Resultados de Prueba de Friedman

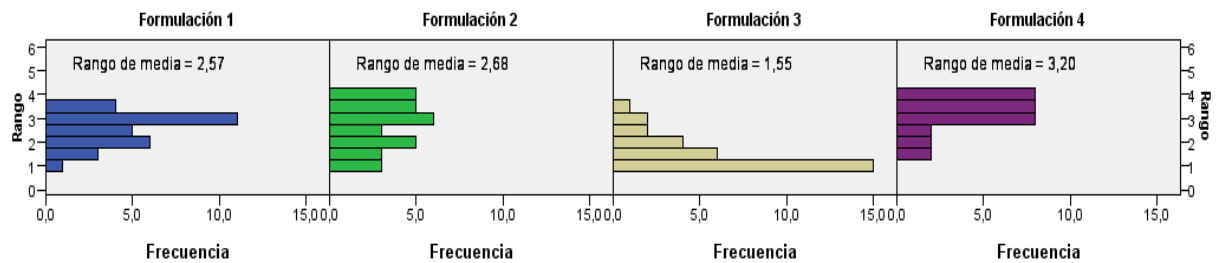
### COLOR

#### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
<b>1</b>	Las distribuciones de Formulación 1, Formulación 2, Formulación 3 and Formulación 4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

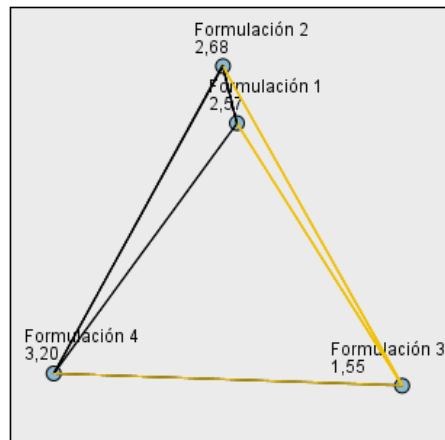
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

#### Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas



N total	30
Estadístico de contraste	33,587
Grados de libertad	3
Significación asintótica (prueba bilateral)	,000

### Comparaciones por parejas

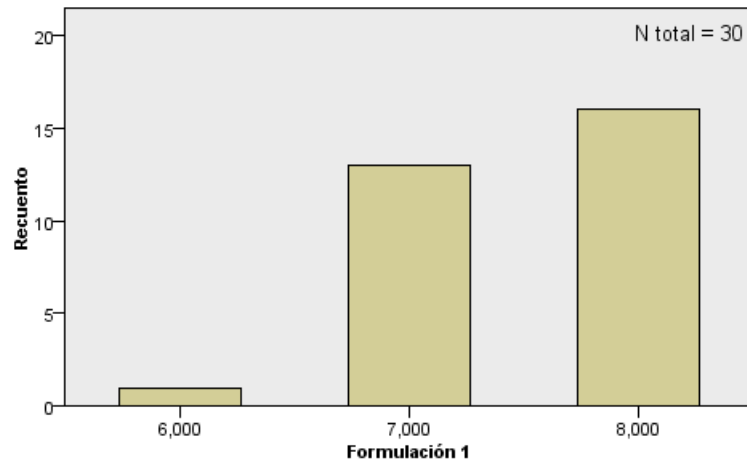


Cada nodo muestra el rango muestral de promedio.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
Formulación 3-Formulación 1	1,017	,333	3,050	,002	,014
Formulación 3-Formulación 2	1,133	,333	3,400	,001	,004
Formulación 3-Formulación 4	-1,650	,333	-4,950	,000	,000
Formulación 1-Formulación 2	-,117	,333	-,350	,726	1,000
Formulación 1-Formulación 4	-,633	,333	-1,900	,057	,345
Formulación 2-Formulación 4	-,517	,333	-1,550	,121	,727

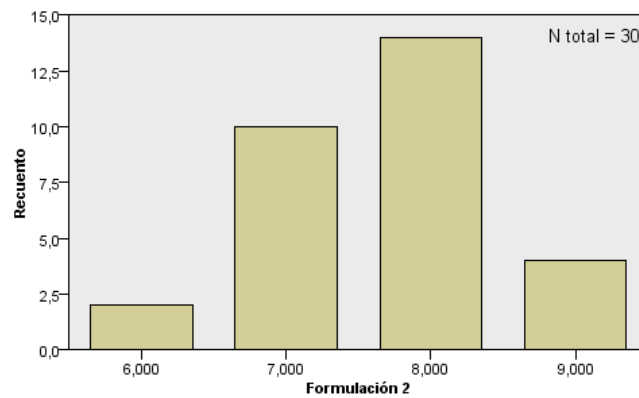
Cada fila prueba la hipótesis nula hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son iguales.  
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significancia es ,05.

### Información de campos categóricos



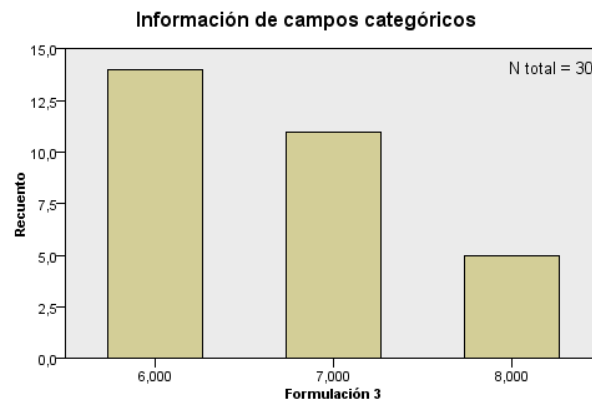
Formulación 1 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.

### Información de campos categóricos

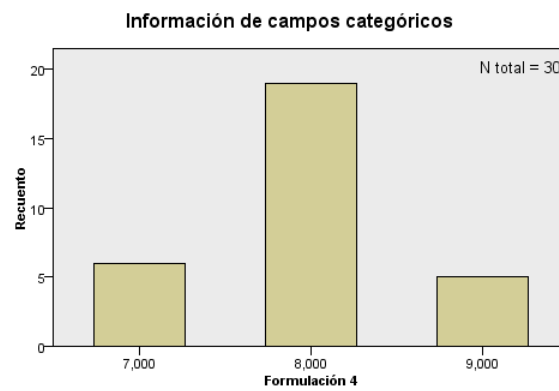


Formulación 2 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.





Formulación 3 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.



Formulación 4 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.

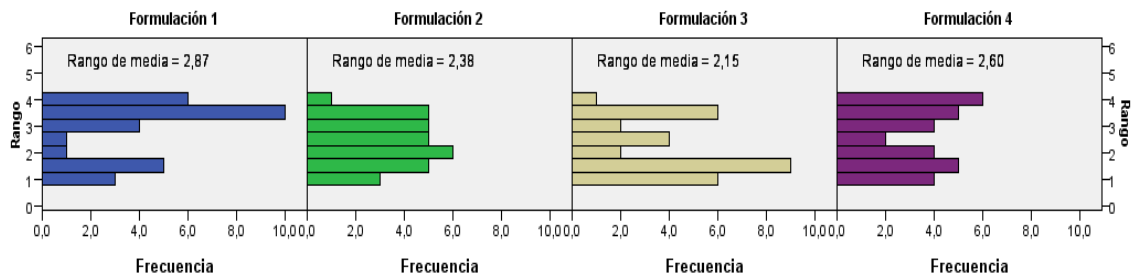
## OLOR

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formulación 1, Formulación 2, Formulación 3 and Formulación 4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,108	Conserve la hipótesis nula.

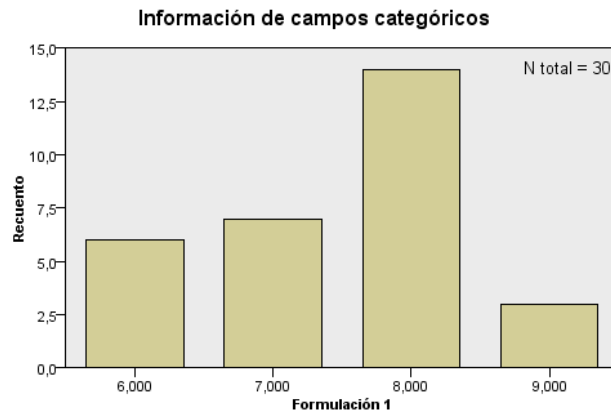
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

### Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas

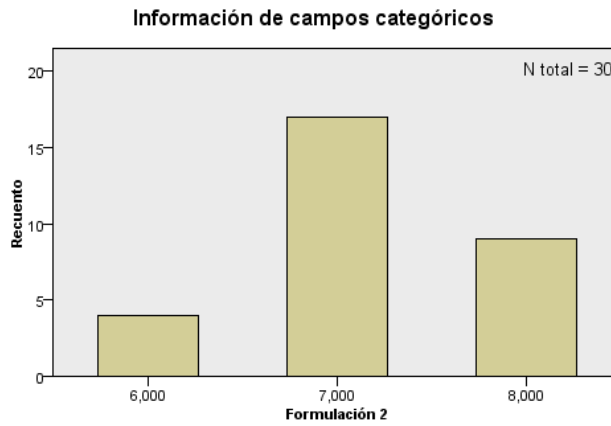


N total	30
Estadístico de contraste	6,084
Grados de libertad	3
Significación asintótica (prueba bilateral)	,108

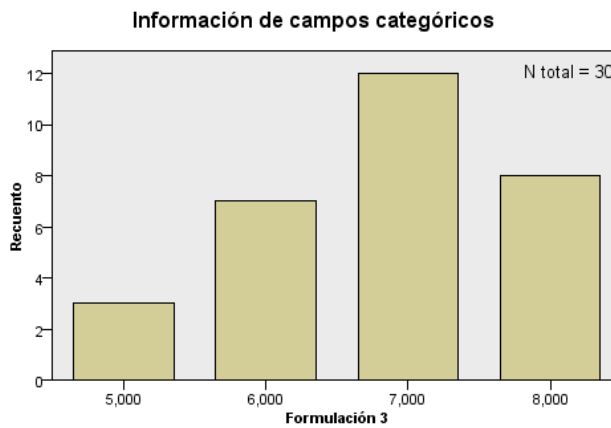
1. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.



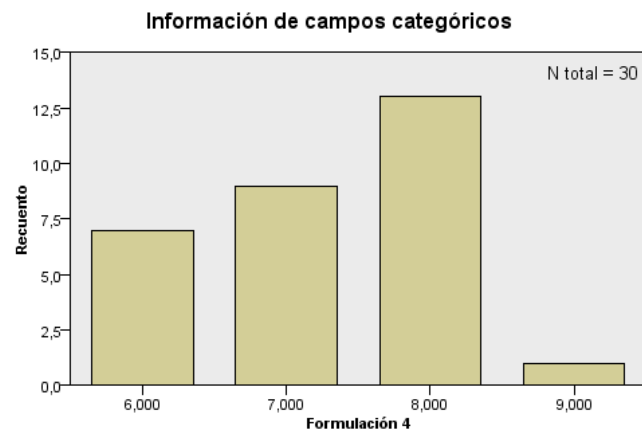
Formulación 1 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.



Formulación 2 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.



Formulación 3 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.



Formulación 4 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.

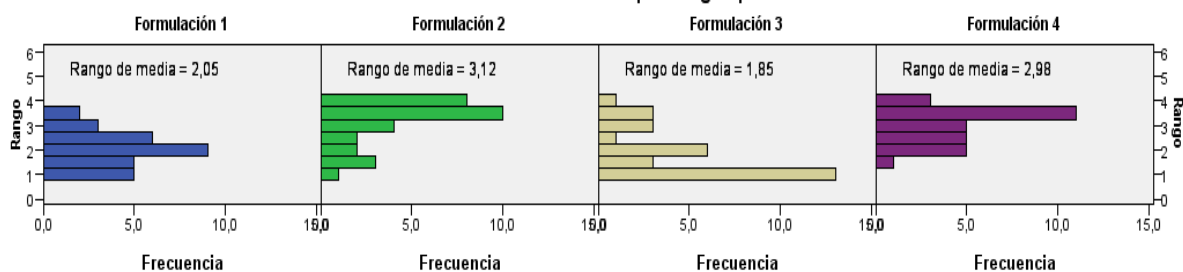
## SABOR

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formulación 1, Formulación 2, Formulación 3 and Formulación 4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

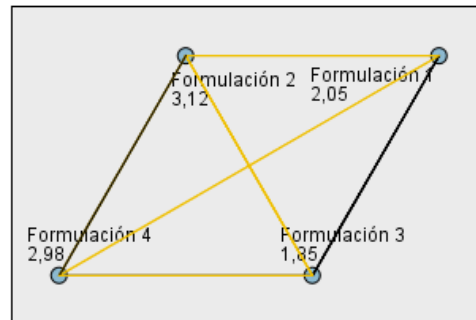
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

### Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas



N total	30
Estadístico de contraste	28,590
Grados de libertad	3
Significación asintótica (prueba bilateral)	,000

### Comparaciones por parejas



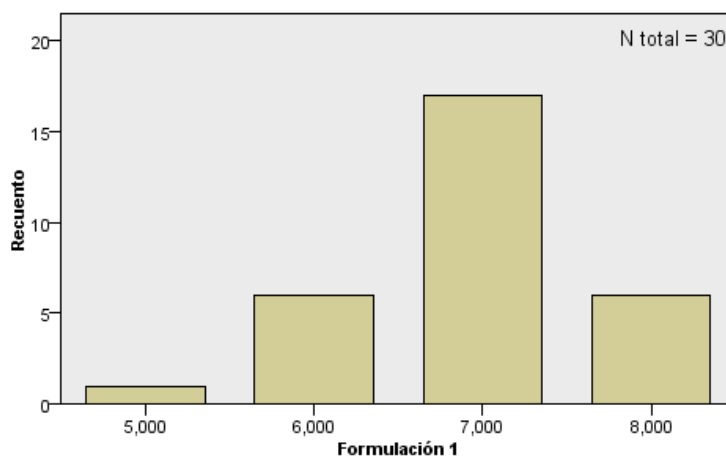
Cada nodo muestra el rango muestral de promedio.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
Formulaci3n 3-Formulaci3n 1	,200	,333	,600	,549	1,000
Formulaci3n 3-Formulaci3n 4	-1,133	,333	-3,400	,001	,004
Formulaci3n 3-Formulaci3n 2	1,267	,333	3,800	,000	,001
Formulaci3n 1-Formulaci3n 4	-,933	,333	-2,800	,005	,031
Formulaci3n 1-Formulaci3n 2	-1,067	,333	-3,200	,001	,008
Formulaci3n 4-Formulaci3n 2	,133	,333	,400	,689	1,000

Cada fila prueba la hip3tesis nula hip3tesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son iguales.

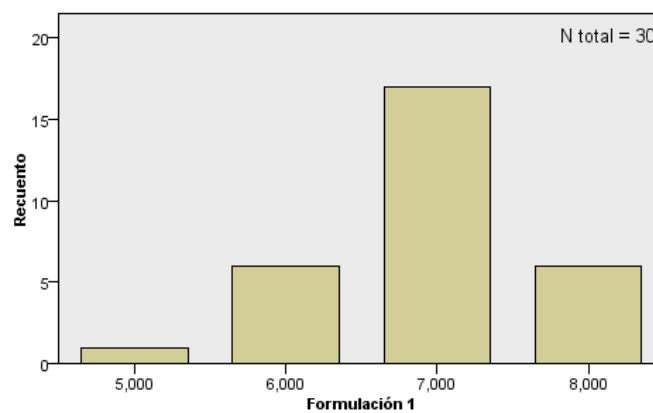
Se muestran las significaciones asint3ticas (pruebas bilaterales). El nivel de significancia es ,05.

### Información de campos categóricos

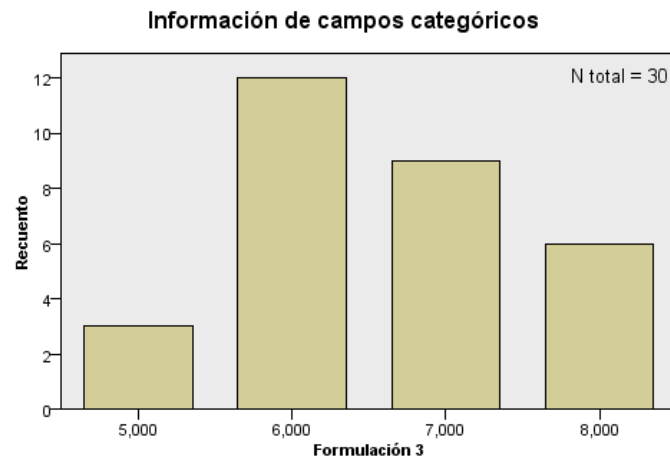


Formulación 1 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.

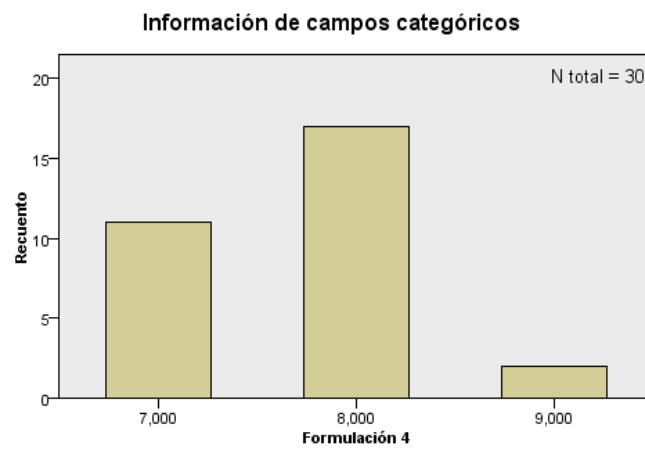
### Información de campos categóricos



Formulación 1 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.



Formulación 3 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.



Formulación 4 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.



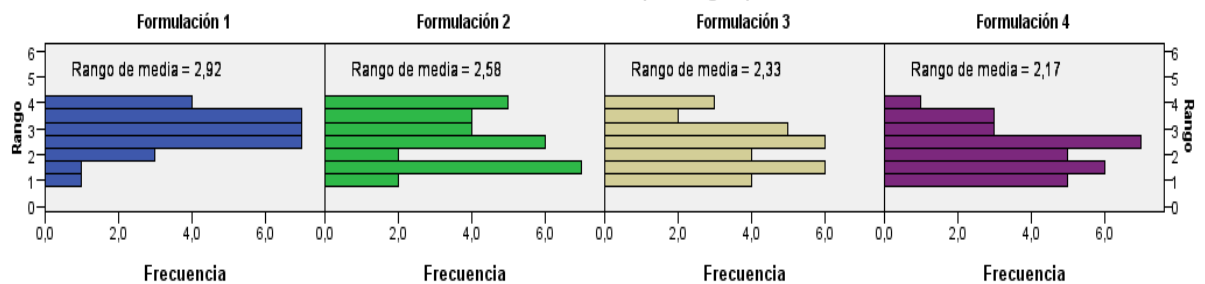
## TEXTURA

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formulación 1, Formulación 2, Formulación 3 and Formulación 4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,035	Rechace la hipótesis nula.

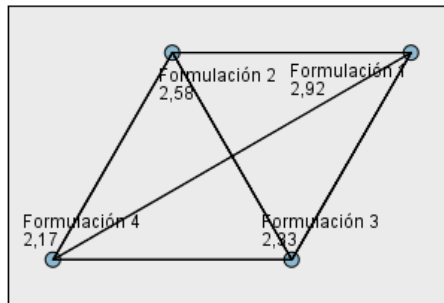
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

### Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas



N total	30
Estadístico de contraste	8,582
Grados de libertad	3
Significación asintótica (prueba bilateral)	,035

### Comparaciones por parejas



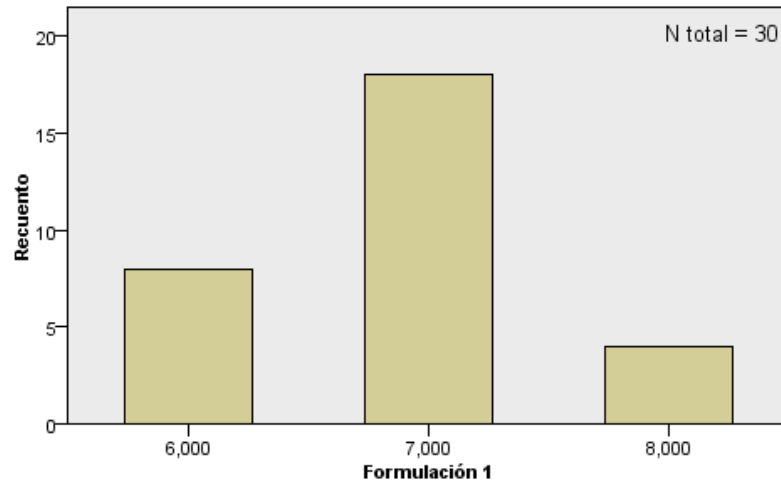
Cada nodo muestra el rango muestral de promedio.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
Formulación 4-Formulación 3	,167	,333	,500	,617	1,000
Formulación 4-Formulación 2	,417	,333	1,250	,211	1,000
Formulación 4-Formulación 1	,750	,333	2,250	,024	,147
Formulación 3-Formulación 2	,250	,333	,750	,453	1,000
Formulación 3-Formulación 1	,583	,333	1,750	,080	,481
Formulación 2-Formulación 1	,333	,333	1,000	,317	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son iguales.

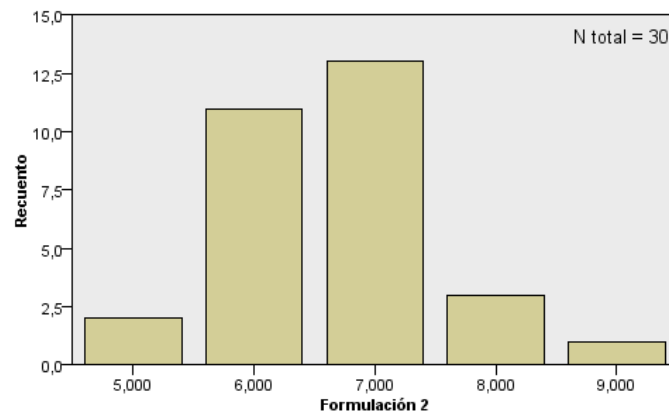
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significancia es ,05.

### Información de campos categóricos

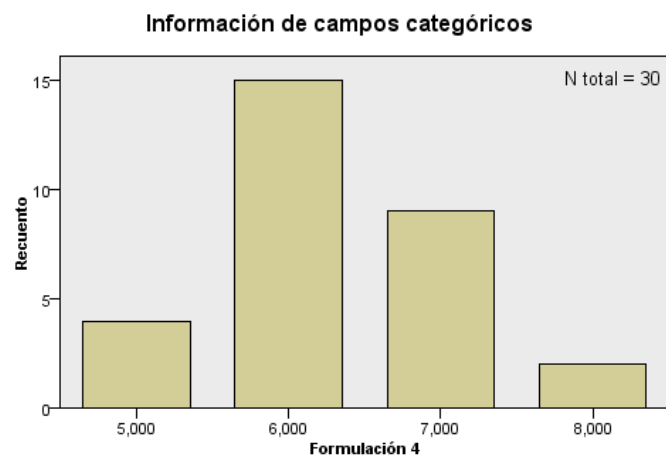
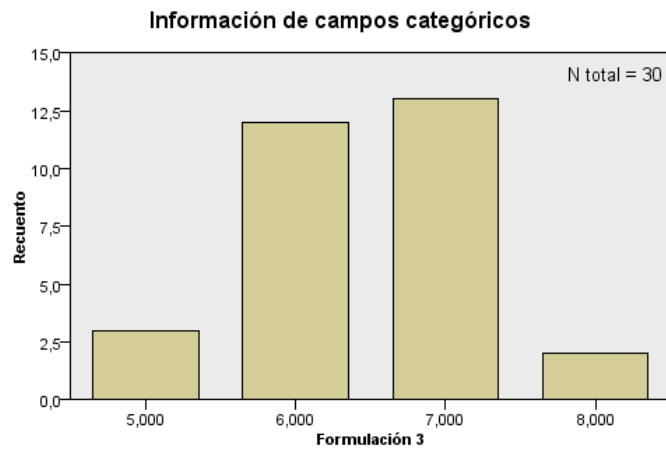


Formulación 1 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.

### Información de campos categóricos



Formulación 2 El campo es ordinal, pero se trata como continuo en la prueba.





## **ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N°072-2022-UINV-FIQIA**



Siendo las 6:00 pm del día 03 de octubre del 2022, se reunieron vía plataforma virtual, Google meet [meet.google.com/aee-riqj-tsv?pli=1](https://meet.google.com/aee-riqj-tsv?pli=1) los miembros de jurado evaluador de la Tesis Titulada: **“Evaluación de concentraciones harinas de soja (Glycine max), maíz (Zea mays) y almidón de papa (Solanum tuberosum) al elaborar panes sin gluten.”**; designados por Decreto N° 003-2021-VIRTUAL-UINV-FIQIA de fecha 15 de enero de 2021 con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| ✓ Dr. Angel Wilson Mercado Seminario | Presidente |
| ✓ Dr. Sebastian Huangal Scheineder   | Secretario |
| ✓ Ing. Julio Humberto Tirado Vásquez | Vocal.     |

La tesis fue asesorada por M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz, nombrado (a) por Decreto N° 297-2019-UINV-FIQIA de fecha 18 de noviembre de 2019. El acto de sustentación fue autorizado por Decreto N° 336-2022-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 29 de setiembre de 2022. La Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres: **Rodrigo Santa Cruz Hermes y Mejía Herrera Neiser** y tuvo una duración de **40 minutos**.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (17) (Diecisiete) en la escala vigesimal, mención **BUENO** Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 7:00 pm se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

Presidente

Dr. Angel Wilson Mercado Seminario

Secretario

Dr. Sebastian Huangal Scheineder

Ing. JULIO Humberto Tirado Vásquez

Asesor

M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz


# Evaluación de concentraciones harinas de soja (Glycine max), maíz (Zea mays) y almidón de papa (Solanum tuberosum) al elaborar panes sin gluten

## INFORME DE ORIGINALIDAD

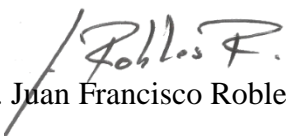
17%	16%	2%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	web10.unl.edu.ar:8080 Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.yumpu.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%

  
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

9	<a href="http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080">bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://repo.uta.edu.ec">repo.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co">repositoriodspace.unipamplona.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
20	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	

  
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

		<1 %
21	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
23	www.tandfonline.com Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to 53250 Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Infile Trabajo del estudiante	<1 %
26	cicytac.cba.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
27	coggle.it Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Femenina del Sagrado Corazón Trabajo del estudiante	<1 %
29	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
30	onlinelibrary.wiley.com Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	

  
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz



		<1 %
32	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Internacional Isabel I de Castilla Trabajo del estudiante	<1 %
34	repositorio.unaj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	www.tbslogistics.com.mx Fuente de Internet	<1 %
36	www.alanrevista.org Fuente de Internet	<1 %

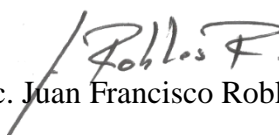
Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

  
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

## CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Juan Francisco Robles Ruiz, Asesor de tesis del trabajo de investigación, de los bachilleres:

- Mejía Herrera Neiser
- Rodrigo Santa Cruz Hermes

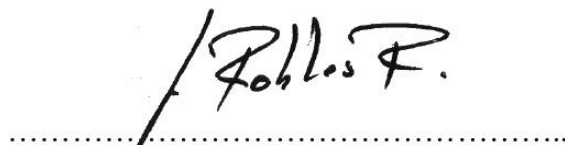
Titulada:

“Evaluación de concentraciones harinas de soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) al elaborar panes sin gluten”

Luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de similitud en el programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 26 de setiembre de 2022.



M.Sc. Ing. Juan Francisco Robles Ruiz

FIRMA DE ASESOR

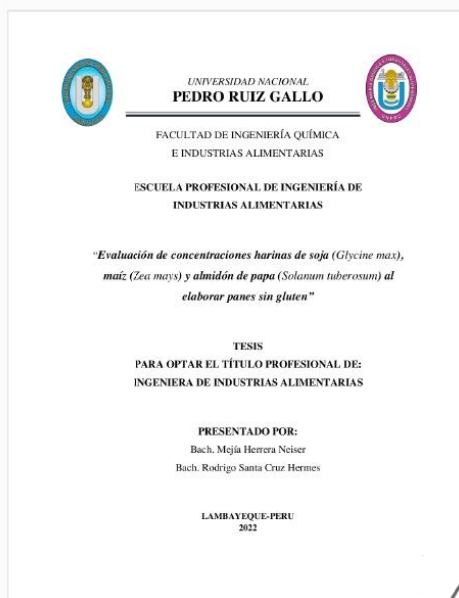


## Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Hermes Rodrigo Santa Cruz  
Título del ejercicio: Revisión de tesis de pregrado  
Título de la entrega: Evaluación de concentraciones harinas de soja (Glycine max)...  
Nombre del archivo: Tesis\_de\_Neiser\_y\_Rodrigo.pdf  
Tamaño del archivo: 3.24M  
Total páginas: 116  
Total de palabras: 12,750  
Total de caracteres: 73,731  
Fecha de entrega: 26-sept.-2022 02:59a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 1909255872



*[Handwritten signature]*  
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz