

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO**  
**(*Triticum aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*)**  
**SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y**  
**ACEPTABILIDAD GENERAL DE GALLETAS TIPOS SODA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**  
**INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**FLOR DE MARÍA GARCÍA ZAVALTA**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2016**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

---

Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos  
PRESIDENTE

---

Ing. Dr. Fredy Pérez Azahuanche  
SECRETARIO

---

Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez  
VOCAL

---

Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna  
ASESOR

## **Dedicatoria**

A Dios por darme la vida, por estar presente en cada uno de mis pasos, por darme las fuerzas para culminar mis estudios y porque siempre me ilumina en el camino de la vida.

A mi madre Yolanda Zavaleta Corzo por todo el amor y apoyo en cada momento de mi vida.

A mi hijo Manuel Jesús Castillo García, por haberse convertido en la razón de mi vida.

A Jean Marco Grijalba Mauricio por haber sido mi soporte incondicional.

## **Agradecimiento**

A la Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna, por su apoyo y sugerencias en la realización de la presente tesis.

A la Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez por todo el respaldo brindado no sólo en la elaboración de la presente investigación, sino a lo largo de mi formación profesional.

Al Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos por todas las sugerencias brindadas para enriquecer la investigación.

Al Dr. Fredy Pérez Azahuanche por todas las sugerencias para mejorar la investigación.

## Índice

página

Carátula .....	i
Aprobación por el Jurado de Tesis .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice.....	v
Índice de Cuadros.....	vii
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Anexos .....	x
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	4
2.1 El trigo .....	4
2.1.1 Generalidades del trigo.....	4
2.1.2 Harina de trigo.....	5
2.1.3 Valor nutricional de la harina de trigo.....	6
2.2 El tarwi.....	7
2.2.1 Generalidades del tarwi.....	7
2.2.3 Composición química del tarwi.....	9
2.4 Galletas tipo soda.....	11
2.4.1 Generalidades de galleta tipo soda.....	11
2.4.2 Composición nutricional y química de galletas tipo soda.....	11
3.1 Lugar de ejecución.....	13
3.2 Materiales .....	13
3.3 Equipos .....	14
3.4 Instrumentos .....	14
3.5 Metodología .....	15

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	25
4.1 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de humedad de galletas tipo soda.....	25
4.2 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de proteínas de galletas tipo soda.....	28
4.3 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de grasa de galletas tipo soda.....	32
4.4 Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de color de galletas tipo soda .....	35
4.5 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre la aceptabilidad general de galletas tipo soda .....	41
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES .....	47
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	48
VIII. ANEXOS .....	52

## Índice de Cuadros

	página
Cuadro 1. Valor nutricional de la harina de trigo según porcentaje de extracción .....	6
Cuadro 2. Comparación nutricional de tarwi y soya.....	9
Cuadro 3. Composición química del tarwi amargo .....	10
Cuadro 4. Composición química de la harina de tarwi.....	10
Cuadro 5. Composición nutricional y química de la galleta tipo soda. ....	12
Cuadro 6. Formulación base de la galleta tipo soda.....	18
Cuadro 7. Formulación para las galletas. ....	18
Cuadro 8. Prueba de Levene modificada para los valores de humedad de galletas tipo soda.....	26
Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de humedad de galletas tipo soda.....	27
Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para los valores de proteínas de galletas tipo soda.....	30
Cuadro 11. Análisis de varianza para los valores proteínas de galletas tipo soda.....	30
Cuadro 12. Prueba de Duncan para los valores de proteínas de galletas tipo soda .....	31
Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para los valores de grasa de galletas tipo soda.....	33
Cuadro 14. Análisis de varianza para los valores de grasa de galletas tipo soda. ....	34
Cuadro 15. Prueba de Duncan para los valores de grasa de galletas tipo soda .....	34
Cuadro 16. Prueba de Leven modificada para los valores de color de galletas tipo soda.....	37
Cuadro 17. Análisis de varianza de los valores de color de galletas tipo soda.....	39

Cuadro 18. Prueba de Duncan para los valores del color ( $L^*$ ) de galletas tipo soda.....	40
Cuadro 19. Prueba Duncan para los valores de color ( $a^*$ ) de galletas tipo soda. ....	40
Cuadro 20. Prueba de Duncan para los valores de color ( $b^*$ ) de galletas tipo soda. ....	40
Cuadro 21. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general .....	43
Cuadro 22. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general .....	44

## Índice de Figuras

página

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi. ....	15
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi. ....	16
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas. ....	19
Figura 4. Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de galletas tipo soda. ....	23
Figura 5. Variaciones de los valores de humedad de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. ....	25
Figura 6. Variaciones de los valores de proteínas de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. ....	28
Figura 7. Variaciones de los valores de grasa de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. ....	32
Figura 8. Variaciones de los valores de color L* de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. ....	36
Figura 9. Variaciones de los valores de color a* de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. ....	36
Figura 10. Variaciones de los valores de color b* de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. ....	36
Figura 11. Variaciones de aceptabilidad general de galleta tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. ....	42

## Índice de Anexos

	página
Anexo 1. Valores de cenizas y humedad en harina de tarwi .....	53
Anexo 2. Valores de humedad de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi .....	53
Anexo 3. Valores de proteínas de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi .....	54
Anexo 4. Valores de grasa de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi. ....	55
Anexo 5. Valores de color (L*, a*, b*) de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi.....	56
Anexo 6. Valores de Aceptabilidad general de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi.....	57
Anexo 7. Obtención de harina de tarwi .....	58
Anexo 8. Elaboración de galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi. ....	58
Anexo 9. Prueba sensorial.....	61

## Resumen

Se determinó el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) (10,15 y 20%) sobre la humedad, contenido de proteínas, grasa, color y aceptabilidad general en galletas tipo soda.

El análisis de humedad se realizó con el método de estufa; contenido de proteínas, con el método Kjeldahl, con factor de conversión 6.25; determinación de grasa, con el método Soxhlet; medición de color, con el colorímetro Konica Minolta, registrando valores de L\*, a\* y b\*; y la aceptabilidad general se evaluó con una escala hedónica de 9 puntos.

Las pruebas estadísticas aplicadas fueron Levene, ANVA y Duncan para humedad, contenido de proteínas, grasa y color. Para la aceptabilidad general se aplicaron las pruebas estadísticas de Friedman y Wilcoxon.

Se consideró el mejor tratamiento a la sustitución de 20% que presentó 19.60% en contenido de proteínas, 36.07% en grasa, 70.82, -0.80 y 22.57 en color (L\*, a\* y b\*) y mayor aceptabilidad general en galletas tipo soda.

## Abstract

The effect of replacing wheat flour (*Triticum aestivum*) by lupine flour (*Lupinus mutabilis*) (10, 15 and 20%) on the humidity, protein content, fat, color, and general acceptability in soda cracker type, was determined.

The humidity analysis was carried out by stove method; protein content, with the Kjeldahl method with a conversion factor of 6.25; fat content, Soxhlet method; the color, with Konica Minolta colorimeter, registering values of L \*, a \* and b \*; and the overall acceptability was evaluated using a hedonic scale of 9 points.

Statistical tests applied were Levene, ANVA and Duncan to determine humidity, protein content, fat content and color. For general acceptability the tests Friedman and Wilcoxon statistics were applied.

The treatment to the replacement of 20%, which presented 19.60% in proteins content, 36.07% fat content, 70.82, -0.80 and 22.57 color (L \*, a \* and b \*) and greater overall acceptability cookies soda type was considered the best.

## I. INTRODUCCION

Los efectos positivos o negativos de nuestra alimentación, tendrán repercusión en nuestra salud. Por ello, debemos adecuar nuestra alimentación a las necesidades nutricionales de nuestro organismo, en función de la edad, de género, actividad y situaciones fisiológicas especiales (embarazo, enfermedad, lactancia). A través de la alimentación obtenemos del entorno una serie de productos naturales o transformados, que contienen sustancias químicas y nutrientes. Cada día, la comunidad busca nuevas formas de alimentación, más equilibradas y con un nivel nutricional superior (Gutiérrez, 2007).

En el Perú se puede producir cantidades considerables de otros cereales, pseudocereales, tubérculos, raíces y leguminosas de grano. Estas materias primas han demostrado que pueden sustituir a la harina de trigo, no solo en la elaboración de panes, sino también en fideos y galletas.

El trigo tiene un bajo contenido de proteína (11.4%), su perfil de aminoácidos indispensable revela deficiencias de lisina (2.4%) y treonina (1.7%). Por el contrario, el tarwi representa a una leguminosa como fuente valiosa de proteína con un valor promedio de lisina de 6.7%. Por milenios, la combinación de un cereal con una leguminosa ha permitido disponer de alimentos fortificados para consumo humano, con un balance adecuado de aminoácidos indispensables.

Actualmente la cosecha de tarwi en nuestro país va en aumento por lo que sería importante generar alternativas de uso industrial. El tarwi ofrece 42% de proteínas; sin embargo el proceso de desamargado permite concentrar aún más este nutriente en 51%, un elevado contenido de aceite entre 18 a 22% y entre los micro elementos sobresale el hierro (78.45 ppm) básico para la producción de hemoglobina (Villacres y otros, 2006).

Tanto el pan como las galletas y otros productos de panificación han sido desde hace muchos años, alimentos básicos en las dietas de millones de personas en todo el mundo. Las galletas son productos con gran valor nutritivo, el cual depende mucho de la calidad de los ingredientes y aditivos en su composición (Fierro y Jara, 2010).

Los productos de panadería son una de las categorías de productos consumidos más amplias en el mundo. Entre la amplia variedad de productos de esta categoría, una gran parte son alimentos secos estables en estantes como son las galletas y el pan; teniendo éste último algunas excepciones (Calligaris y otros, 2008).

Dentro de este contexto se planteó una investigación cuyo objetivo general fue determinar el nivel óptimo de sustitución de la harina de trigo con harina de tarwi, en una galleta, evaluando la humedad, contenido de proteínas, grasa, color y la aceptabilidad general.

El problema planteado para esta investigación fue:

¿Cuál será el efecto de tres sustituciones de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) (10%, 15% y 20%) sobre la humedad, contenido de proteínas, grasa, color y aceptabilidad general de galleta tipo soda?

Los objetivos propuestos fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi sobre la humedad, contenido de proteínas, grasa, color y aceptabilidad general la elaboración de galleta tipo soda.

Determinar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi, que permita obtener el mayor contenido de proteínas, menor contenido de grasa, menor contenido de humedad, mejor color y mayor aceptabilidad general la elaboración de galleta tipo soda.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1 El trigo

#### 2.1.1 Generalidades del trigo

La palabra «trigo» proviene del vocablo latino *triticum*, que significa 'quebrado', 'triturado' o 'trillado', haciendo referencia a la actividad que se debe realizar para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre. Trigo (*Triticum* spp) es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*. Con el término trigo se designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales (León y otros, 2007).

El trigo es uno de los tres cereales más cultivados globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad.

El grano del trigo se utiliza para hacer harina, harina integral, sémola y malta, así como una gran variedad de productos alimenticios derivados de estos, como pan, galletas, cerveza, whisky, pasta, cereales de desayuno, aperitivos, etc. En Europa, el trigo fue la principal fuente de almidón para la fabricación de papel y cartón, hasta que se introdujo el cultivo del maíz (León y otros, 2007).

Ordoñez (1993) menciona que en nuestro país la demanda de harina de trigo es bastante alta llegando a las 1680.000 toneladas anuales, siendo el pan una de las formas de mayor consumo, donde se utiliza trigo importado hasta un 88%,

porque la producción nacional de este cereal en la actualidad es insuficiente, satisfaciendo solo el 12% de la demanda local y las proyecciones a futuro indican que es difícil que esta deficiencia se supere.

### **2.1.2 Harina de trigo**

Se entiende por harina el producto finamente triturado obtenido de la molturación del grano del trigo, *Triticum aestivum* o la mezcla de éste con el *Triticum durum*, en la proporción máxima 4:1 (80 por 100 y 20 por 100), maduro, sano y seco e industrialmente limpio. Los productos finamente triturados de otros cereales deberán llevar adicionado al nombre genérico de la harina, el del grano del cual proceden (Novo y otros, 2012).

Es conveniente que esta harina tenga un porcentaje de proteínas entre 7 y 9% con un contenido de cenizas entre 0.34 y 0.38 (Fernández, 2015).

El uso de la harina de trigo en el pan es gracias al gluten, que surge al mezclarla con agua. El gluten es una proteína compleja que le otorga al pan su elasticidad y consistencia (Montoya y Roman, 2010).

La harina debe ser: suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales (Ochoa, 2003).

### 2.1.3 Valor nutricional de la harina de trigo

En el Cuadro 1, se muestra el valor nutricional de la harina de trigo al 100% y 75% de extracción.

**Cuadro 1. Valor nutricional de la harina de trigo según porcentaje de extracción**

<b>Componentes</b>	<b>Harina 100% extracción</b>	<b>Harina 75% de extracción</b>
Proteínas	De 12 a 13.5	De 8 a 11
Grasas	2.2	De 1 a 2
Almidón	67	71
Cenizas	1.5	De 0.56 a 0.65
Vitaminas (B y E )	0.12	0.03
Humedad (Agua)	De 13 a 15	De 13 a 15
Fibra ( Salvado)	11	3
Azúcares simples	De 2 a 3	De 1.5 a 2.5

Fuente: Calaveras (2004)

Los carbohidratos constituyen la mayor parte del endospermo del trigo, estando conformado por almidones principalmente, que al calentarse toma una apariencia gelatinosa. Los azúcares principales que se encuentran en la harina son glucosa, sacarosa y maltosa; habiendo también dextrinas. Los azúcares son necesarios para el crecimiento de la levadura durante el proceso de fermentación, y su presencia determina las propiedades gaseosas de la harina (Scade, 1981).

## **2.2 El tarwi**

### **2.2.1 Generalidades del tarwi**

El tarwi se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1500 msnm, encontrándose en Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial (Morales y otros 2006).

Ha sido cultivada en el área andina desde épocas preincaicas. A pesar de su gran valor nutritivo y resistencia a factores climáticos adversos en las zonas donde se siembra, es el fuerte sabor amargo que caracteriza a sus granos, debido a su alto contenido de alcaloides. Por esta razón, se requiere de un proceso de lavado previo a su consumo para eliminar dichas sustancias; esto constituye una desventaja frente a otras leguminosas introducidas (Ruiz y Sotelo 2001).

### **2.2.2 Valor nutricional del tarwi**

Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, la proteína varía de 41 a 51% y el aceite de 14 a 24%. Con respecto a la parte bromatológica, posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceite, 7.65% de fibra cruda, 4.14% de cenizas y 35.77% de carbohidratos (Gross y otros, 1988).

Tactaquiza y Boero (2012) indican que la fibra alimentaria ubicada en la cáscara del grano, incluye aquellos

componentes del tarwi que no pueden ser degradados por las enzimas digestivas del hombre. Su contenido en el grano desamargado, en promedio asciende a 10.37% y reviste importancia debido a su capacidad para saciar (es decir, hacen que la persona se sienta “llena”), lo que es beneficioso para prevenir la obesidad, combatir el estreñimiento y compresión en el tracto intestinal.

El mineral predominante en el tarwi es el calcio, el cual en el grano se encuentra en una concentración promedio de 0.48%. Este elemento es una sustancia blanquecina que los dientes y los huesos acaparan y conservan para asegurar el crecimiento y mantener la solidez. El calcio se localiza principalmente en la cáscara del grano, siendo recomendable su consumo en forma integral (sin pelar) (Morales y otros, 2006).

Al calcio le sigue en importancia el fósforo cuya concentración promedio en el grano es de 0.43%. Este elemento actúa como un controlador del calcio, en el mantenimiento del sistema óseo, actividad del músculo cardíaco y producción de energía. El equilibrio calcio – fósforo es muy importante un exceso de fósforo provoca la formación de fosfatos de calcio insolubles y no reabsorbibles, que acaba por ser eliminados (Morales y otros, 2006).

Entre los micro elementos, en el tarwi sobresale el hierro (78.45 ppm), este es un mineral básico para la producción de hemoglobina, transporte de oxígeno e incremento de la resistencia a las enfermedades.

En el Cuadro 2, se muestra la comparación nutricional entre el tarwi y la soya.

**Cuadro 2. Comparación nutricional de tarwi y soya (en 100g)**

<b>Componente</b>	<b>Tarwi</b>	<b>Soya</b>
Proteína	44.3 g	33.4 g
Grasa	16.5 g	16.4 g
Carbohidratos	28.2 g	35.5 g
Fibra	7.1 g	5.7 g
Ceniza	3.3 g	5.5 g
Humedad	7.7 g	9.2 g

Fuente: Morales y otros (2006).

### **2.2.3 Composición química del tarwi**

El grano de tarwi (*Lupinus mutabilis*) es rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería ser utilizado en la alimentación humana con mayor frecuencia, su contenido proteico es superior al de la soya por lo que son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% (Gross y otros., 1988). Existe una correlación positiva entre proteínas y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite, significa que cuantas más proteínas tenga, mayor será la cantidad de alcaloide, esto no ocurre con la grasa (Morales y otros, 2006).

En el Cuadro 3, se muestra la composición química del tarwi (*Lupinus mutabilis*) amargo.

**Cuadro 3. Composición química del tarwi**

Compuestos	Cantidad (%)
Proteína	44.3
Grasa	16.5
Carbohidratos	28.2
Fibra	7.1
Ceniza	3.3
Humedad	7.7

Fuente: Morales y otros (2006).

En el Cuadro 4, se muestra la composición de la harina de tarwi.

**Cuadro 4. Composición química de la harina de tarwi**

Componentes	Cantidad
Energía kcal	458
Agua (g)	37.0
Proteína (g)	49.6
Grasa (g)	27.9
Carbohidratos (g)	12.9
Fibra (g)	7.9
Ceniza g	2.6
Calcio (mg)	93.0
Fósforo (mg)	440.0
Hierro (mg)	1.38

Fuente: Morales y otros (2006).

## **2.4 Galletas tipo soda**

### **2.4.1 Generalidades de galleta tipo soda**

Las galletas soda han evolucionado considerablemente y hay variante como galletas saladas con miel, queso, jamón o pimienta, entre otros. Se obtienen a base de harina, grasa y sal; opcionalmente, se puede añadir una mínima cantidad de azúcar (Gimferrer, 2007).

La principal atracción de la galletería es la gran variedad posible de tipos. Son alimentos nutritivos con gran margen de conservación. El impulso que tiene la industria galletera en nuestro país es muy alto, de ahí la importancia de crear nuevas tendencias en este campo de la industria de los alimentos (Gonzales, 2007).

La elaboración de galleta, tecnológicamente es sencilla, luego de mezclar los distintos ingredientes en las proporciones adecuadas, se extiende antes de cortar, se hornea e inmediatamente se obtiene el producto final (Manley, 1989).

### **2.4.2 Composición nutricional y química de galletas tipo soda**

Las galletas de tipo soda, se caracteriza por su alto contenido de energía y carbohidratos y pequeñas cantidades de micronutrientes fundamentales para la alimentación del ser humano (Tabla Peruana de Composición de Alimentos ,2009).

En el Cuadro 5, se detalla la composición nutricional y química de la galleta tipo soda.

**Cuadro 5. Composición nutricional y química de la galleta tipo soda**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad (en 100 g)</b>
Energía (kcal)	433
Agua (g)	4.8
Proteínas (g)	10.10
Grasa total (g)	14.7
Carbohidratos totales (g)	68.0
Carbohidratos disponibles (g)	65.0
Fibra (g)	0.7
Fibra dietéticas (g)	3.0
Cenizas (g)	2.4
Calcio (mg)	38
Fósforo (mg)	134
Zinc (mg)	0.83
Hierro (mg)	1.50
Retinol (µg)	1.00
Tiamina (mg)	0.17
Riboflavina (mg)	0.10
Niacina (mg)	1.17

Fuente: Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2009).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar de ejecución**

Las pruebas experimentales se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos y los análisis en el Laboratorio de Ciencia de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

#### **3.2 Materiales**

- Bolsas marca Ziploc transparente.
- Papel aluminio

##### Materia prima

- Harina de trigo especial Cogorno adquirido en el Mercado Mayorista de Trujillo.
- Harina de tarwi, obtenido a partir del grano, adquirido en el Mercado Mayorista.

##### Insumos

- Manteca vegetal industrial Famosa
- Sal yodada. Marca Emsal.
- Bicarbonato de sodio Montana
- Bicarbonato de amonio Montana
- Levadura fresca, Fleisman

##### Reactivos

- Ácido bórico (4%)
- Ácido clorhídrico (0.1 N)
- Ácido sulfúrico (1.25%)
- Borato de amonio

- Éter de petróleo (punto de ebullición 60 - 80 °C)
- Hidróxido de sodio (1.25%)
- Sulfato de cobre
- Sulfato de potasio

### **3.3 Equipos**

- Colorímetro Minolta. Modelo CR – 400.
- Equipo Kjeldhal. Marca Kimax
- Estufa de convención de aire. Marca Memmert.100-800. Velocidad de aire 1.5m/s.
- Horno a convención rotativo. Marca Nova.Modelo max750.
- Amasadora – sobadora .Marca: Nova .Modelo K25.Capacidad 40 kg.
- Molino manual de granos.

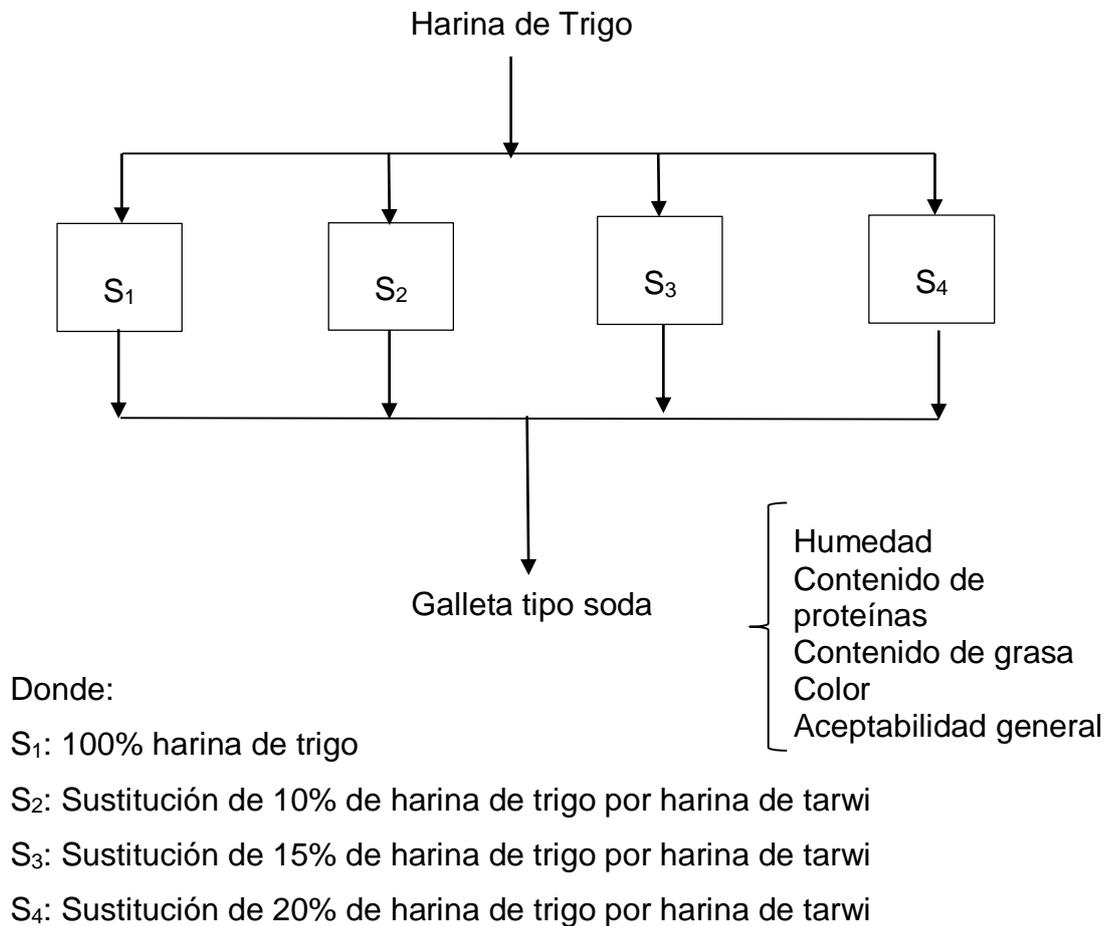
### **3.4 Instrumentos**

- Balanza analítica (200g – A&D COMPANY). Sensibilidad 0.0001 g. Capacidad: 210 g.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión  $\pm 0.01$  °C.

### 3.5 Metodología

#### 3.5.1 Esquema experimental

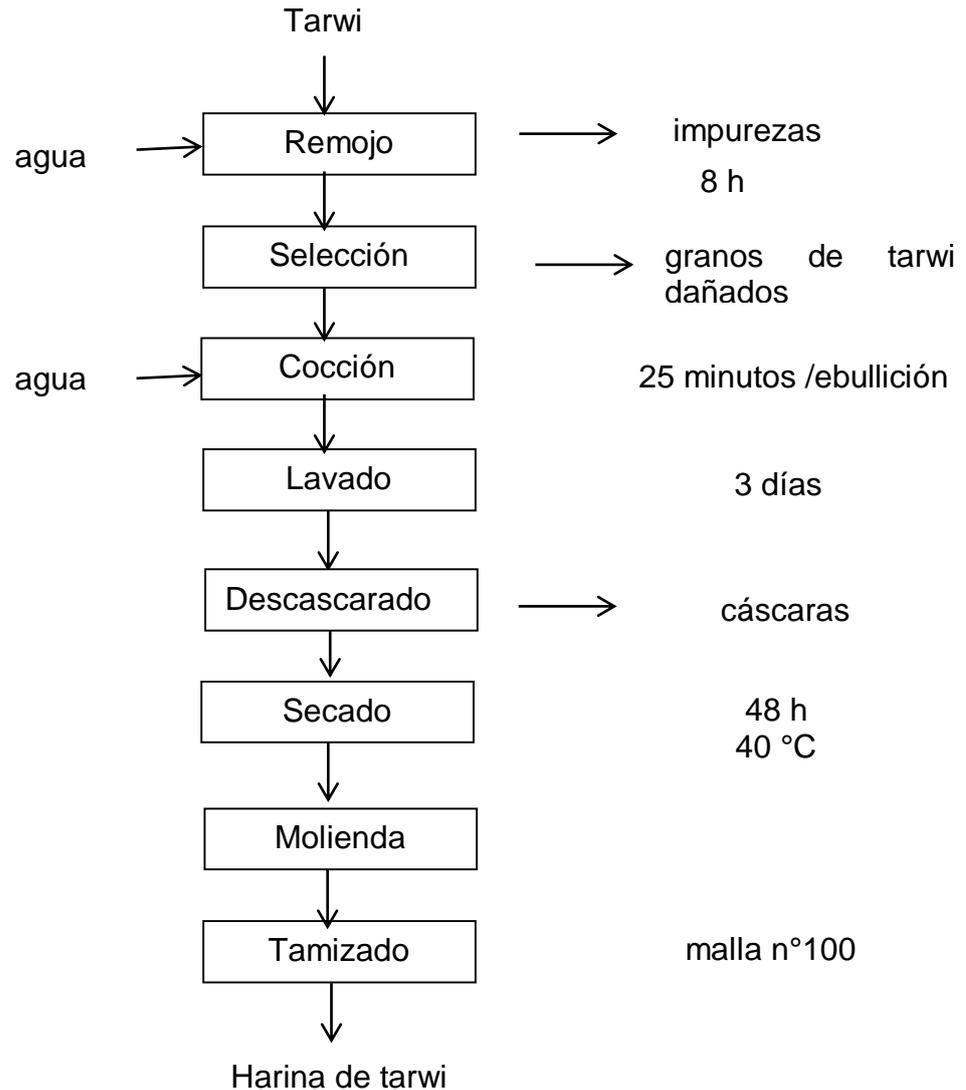
La Figura 1 muestra el esquema experimental para la evaluación de galletas tipo soda. Son variables independientes las sustituciones de harina de tarwi y variables dependientes son el contenido de proteínas, grasa, humedad, color y aceptabilidad general.



**Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi**

### 3.5.2 Procedimiento experimental para la obtención de harina de tarwi

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la obtención de la harina de tarwi (Morales y otros, 2006).



**Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi**

A continuación se describe cada operación para la obtención de harina de tarwi según el diagrama de flujo de la Figura 2.

**Remojo.** A 2 kilos de tarwi en grano, se le adicionó 6 litros de agua por un periodo de 8 h, con la finalidad de aumentar su peso, ablandar la estructura del grano y facilitar la transferencia de calor en la cocción.

**Cocción.** Se adicionó al tarwi 1 litro de agua y se sometió a ebullición por 25 min.

**Lavado.** Después de la cocción, los granos de tarwi se lavaron con agua, la cual se cambió cada 8 h por tres días, con la finalidad de eliminar el sabor amargo

**Descascarado.** Las cáscaras de los granos de tarwi desamargados, fueron retiradas manualmente.

**Secado.** La deshidratación se realizó a estufa a 40 °C por 48 h.

**Molienda.** Posteriormente se procedió a la molienda, utilizando un molino artesanal.

**Tamizado.** Se realizó con la malla N° 100 .Obteniéndose 500 g de harina de tarwi.

### 3.5.3 Formulaciones para la elaboración de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi

En el Cuadro 6, se presenta la formulación base de la galleta tipo soda.

**Cuadro 6. Formulación base de la galleta tipo soda**

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>
Harina de trigo	68,5
Agua	22.00
Manteca	4.00
Esencia de mantequilla	4.00
Sal	1.00
Bicarbonato de sodio	1.5
Bicarbonato de amonio	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

En el Cuadro 7, se presentan todas las formulaciones para las galletas.

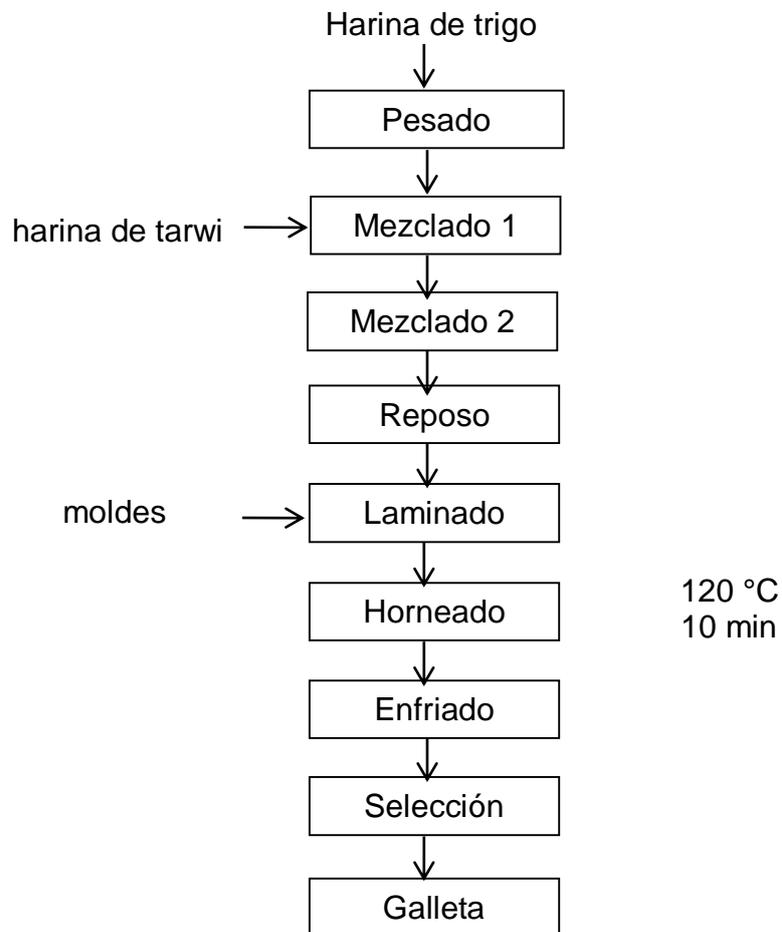
**Cuadro 7. Formulación para las galletas**

<b>Ingredientes</b>	<b>S<sub>0</sub> (%)</b>	<b>S<sub>1</sub> (10%)</b>	<b>S<sub>2</sub> (15%)</b>	<b>S<sub>3</sub> (20%)</b>
Harina de trigo (*)	68.5	61.65	58.22	54.8
Harina de tarwi (%)	00.0	6.85	10.24	13.7
Agua (%)	22.00	22.00	22.00	22.00
Manteca (%)	4.00	4.00	4.00	4.00
Esencia de mantequilla (%)	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal (%)	1.00	1.00	1.00	1.00
Bicarbonato de sodio (%)	1.5	1.5	1.5	1.5
Bicarbonato de amonio (%)	1.5	1.5	1.5	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

(\*) El porcentaje de harina de trigo fue sustituido por harina de tarwi (10, 15, 20%)

### 3.5.4 Procedimiento experimental para la elaboración de galleta tipo soda con sustitución de harina de tarwi

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi (Pesantes, 2014).



**Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas**

A continuación, se describe cada operación para preparar las muestras según el diagrama de flujo de la Figura 3.

**Pesado.** Se pesaron ingredientes según formulación.

**Mezclado 1.** En un tazón se mezcló la harina de trigo con la harina de tarwi, hasta lograr una mezcla homogénea,

**Mezclado 2.** Se adicionó la mezcla 1 a la batidora el agua, la manteca, sal, esencia de mantequilla, bicarbonato de amonio, bicarbonato de sodio, levadura y se mezcló durante 5 min. Se obtuvo una masa homogénea.

**Reposo.** Se dejó en reposo la masa anterior por un periodo de tres horas y treinta minutos, cubierta con plástico.

**Laminado.** La masa fue laminada con la ayuda de un rodillo laminador, hasta obtener una lámina de 3 mm de espesor.

**Moldeado.** Se utilizó moldes metálicos de forma circular de 5 cm de diámetro, haciendo presión sobre la masa laminada y luego se colocó en la bandeja para su posterior operación.

**Horneado.** La masa ya moldeada y colocada en bandeja se introdujo a un horno rotativo, a una temperatura de 120 °C en 10 min.

**Enfriado.** Se dejó enfriar hasta temperatura ambiente.

**Selección.** Se seleccionó las galletas uniformes, enteras y sin daño alguno.

**Empaquetado.** Las galletas seleccionadas fueron empaquetadas en bolsas de polietileno de alta densidad y almacenadas a temperatura ambiente para su posterior análisis.

### 3.6 Métodos de análisis

#### 3.6.2 Contenido de proteínas

Las muestras fueron porciones de 10 g de galleta que posteriormente fueron secadas en la estufa a 105 °C por 3 h y luego envasadas en bolsas ziploc.

Luego se siguió el método A.O.A.C. (1999). La proteína se obtuvo pesando la cantidad de 0.5 g de muestra.

Después se colocó la muestra en el fondo del matraz Kjeldhal, se adicionó aproximadamente 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Posteriormente, se colocó la mezcla anterior en el matraz digestor, calentando suavemente al principio, hasta su completa oxidación, punto donde viró de color negro a verde esmeralda translucido. Se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Se preparó el aparato de destilación, a la salida del refrigerante, en un matraz Erlenmeyer se colocaron 40 mL de ácido bórico al 4%, se adicionaron de 2 a 3 gotas de indicador de rojo de metilo. Se añadió al matraz de Kjeldahl aproximadamente 50 mL de NaOH 40%, se conectó inmediatamente el sistema de destilación del aparato de Kjeldhal.

Se tituló con solución de HCl 0.1N; virando a color rosa, se obtuvo el gasto de titulación para luego reemplazar en la siguiente fórmula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales.

*% Proteínas*

$$= \frac{(N \text{ ácido HCl} \times \text{Vol. HCl}) - (N \text{ NaOH} \times \text{Vol. NaOH}) \times 1.40067 \times \text{factor}}{\text{peso muestra (mg)}}$$

### **3.6.2 Determinación de humedad**

La humedad de la galleta se determinó en estufa a 105 °C por 3 horas (según método oficial de la Norma Técnica Peruana 205.001:1981).

### **3.6.3 Contenido de grasa**

Se realizó según la Norma Técnica Peruana NTP 206.017: 1981, la cual establece el método de determinación del porcentaje grasa en galletas, que consiste en extraer la grasa, de la muestra desecada por medio de éter de petróleo. El solvente se elimina por evaporación, luego se seca el residuo y finalmente se determina su peso.

### **3.6.4 Determinación de color**

Se determinó con el colorímetro Konica Minolta (en función de tres variables: L\*, a\* y b\*). El colorímetro fue calibrado con un blanco estándar. La toma del color se hizo sobre la superficie del centro de la galleta (Singh y otros, 2008).

### **3.6.5 Aceptabilidad general**

Se evaluó mediante la escala hedónica, se usaron 35 panelistas no entrenados y se midió el nivel de aceptación de los atributos de cada galleta a través del análisis afectivo, expresado en una escala hedónica del 1 al 9 para cada muestra, de tal forma que el punto 9 representa me gusta extremadamente y el punto 1 me disgusta extremadamente (Carpenter, 2000).

En la Figura 4, se muestra la cartilla de evaluación de la aceptabilidad general de las galletas tipo soda

### PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre.....Fecha.....

Instrucciones: Califique la muestra de galleta tipo soda con tarwi, según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo a su agrado o desagrado.

ESCALA	5678	8765	9876	7261
Me agrada muchísimo				
Me agrada mucho				
Me agrada moderadamente				
Me agrada poco				
No me agrada ni me desagrada				
Me desagrada poco				
Me desagrada moderadamente				
Me desagrada mucho				
Me desagrada muchísimo				

Comentarios.....

.....

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

**Figura 4. Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de galletas tipo soda**

### **3.6.6 Métodos estadísticos**

El método estadístico correspondió a un diseño unifactorial con cuatro repeticiones. Los valores de las variables paramétricas fueron evaluadas con las pruebas estadísticas de Levene modificada para la determinación de la homogeneidad de varianza, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan mediante la cual se comparó los resultados con la formación de subgrupos y se determinó el mejor tratamiento.

Los datos de la aceptabilidad general fueron evaluados con las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

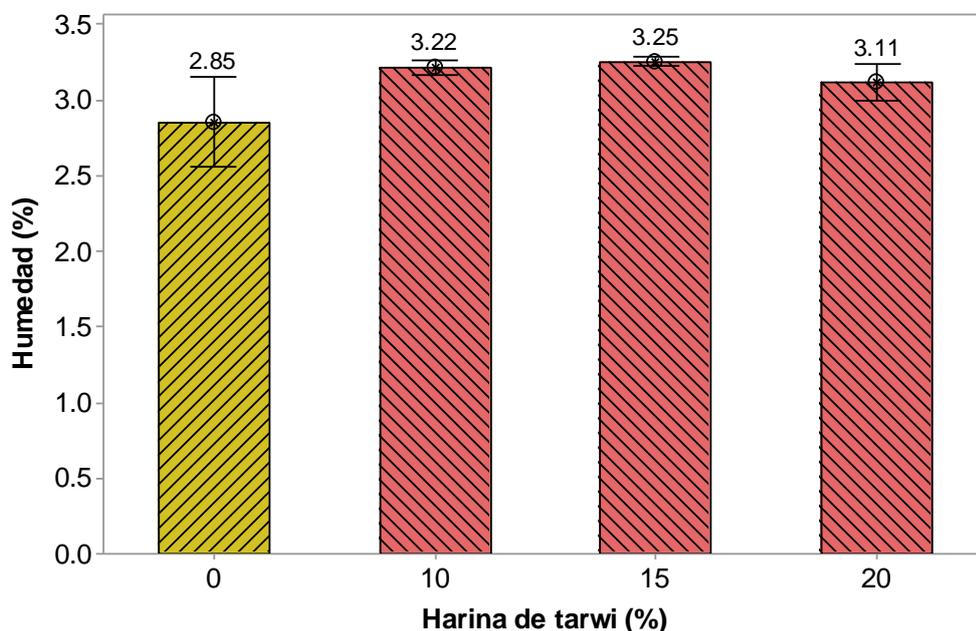
Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas al 95 % del nivel de confianza.

Para procesar los datos y figuras se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0 y para la elaboración de los gráficos se usó el Software Estadístico Minitab 16.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de humedad de galletas tipo soda

En la Figura 5, se muestran los resultados promedio de la determinación de humedad (Anexo 2). Se aprecia que los valores de humedad con sustitución se mantienen en un rango de 3.11 a 3.25%, mientras tanto para la muestra control con 2.85%. Esto nos indica que la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi aumenta la humedad en diferentes concentraciones, debido a la humedad propia del tarwi que puede atribuir a la formación de la masa y posterior en las galletas.



**Figura 5. Variaciones de los valores de humedad de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi**

Matos y Muñoz (2010) determinaron la humedad de la harina de tarwi para la sustitución en pan, obteniendo resultado de 16.3%.

La harina de tarwi utilizada en esta investigación fue analizado de la cual se obtuvieron resultados de 1.55% en cenizas y 9.34% en humedad (Anexo 1).

López (2007) elaboró galletas de trigo fortificadas con sustituciones de harina (8, 12 y 20%), aislado (5, 10 y 15%) y concentrado (10, 20 y 30%) de tarwi, analizo la harina de tarwi y obtuvo resultados de 2.16% en cenizas y 7.57% en humedad, del mismo modo en la investigación realizada la humedad se obtuvo 1.6 % en cenizas y 3.11 % de humedad manteniendo la misma tendencia.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada al valor de humedad y denotándose existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 8. Prueba de Levene modificada para los valores de humedad de galletas tipo soda**

<b>Variable</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>p</b>
Humedad (%)	3.28	0.058

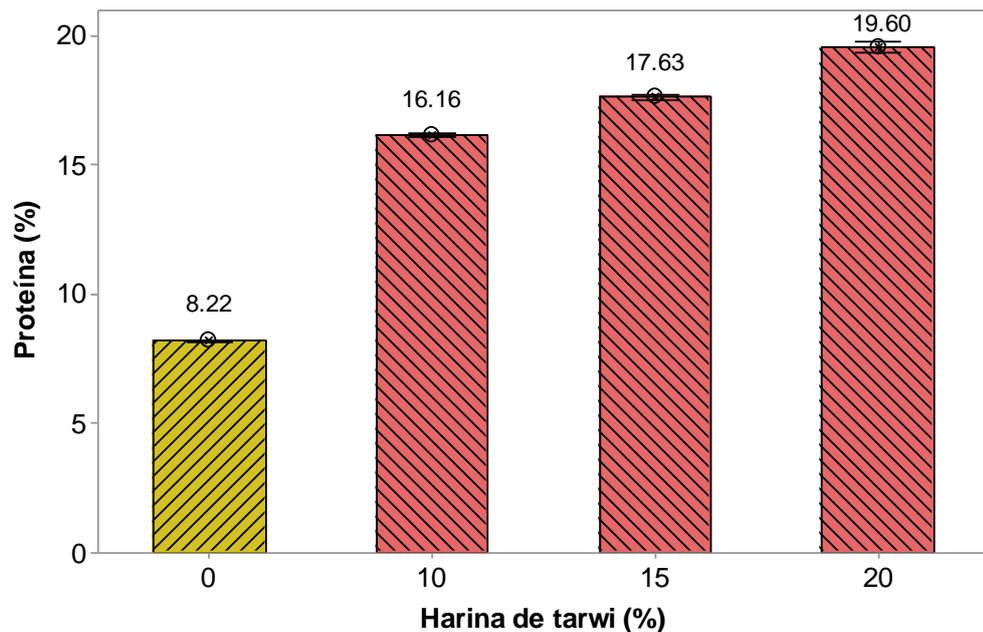
En el Cuadro 9, se presenta el análisis de varianza indicando que las sustituciones de harina de trigo por harina de tarwi no presentan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre los valores de humedad de galletas tipos soda.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de humedad de galletas tipo soda**

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	$p > 0.05$
<b>Humedad (%)</b>	Harina	0.396	3	0.132	1.246	0.336
	Error	1.272	12	0.106		
	Total	1.668	15			

#### 4.2 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de proteínas de galletas tipo soda

En la Figura 6, se muestra el comportamiento del contenido de proteínas en las galletas tipo soda. A medida que aumento los niveles de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi se observa un comportamiento creciente (Anexo 3). Comparando con la muestra control, existe gran diferencia con la primera sustitución de 10%; esto nos indica que la harina de tarwi nos brinda gran cantidad de proteínas las galletas tipo soda. El rango de proteínas para las sustituciones oscilan entre 16.16 a 19.90% y para la muestra 8.22%.



**Figura 6. Variaciones de los valores de proteínas de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi**

Matos y Muñoz (2010) investigaron el efecto de 3 niveles de sustitución (10,20 y 30%) de harina de trigo por harina de ñuña en pan. Obteniendo un contenido de proteínas de 22.8, 26.03 y 27.10% respectivamente para cada sustitución, de la misma manera en esta investigación la tendencia fue creciente, ya que medida que se aumentaba la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi(10, 15,20 % ), aumentó también el contenido de proteínas(16.16, 17.63, 19.60).

Godoy (2010) investigó el efecto de dos niveles de sustitución (20 y 30%) de harina de trigo por harina de arveja dulce de galletas, teniendo como resultado 11.88 y 13.04 respectivamente en cada sustitución, es decir a medida que se aumentaba la sustitución de harina de arveja el contenido de proteínas , también aumentó.

Meyer (1994) afirmó que las harinas blandas contienen menor cantidad de gluten, estas provienen de trigos blandos y son utilizadas para la elaboración de galletas y pasteles, en cambio las harinas fuertes contienen mayor cantidad de gluten, provienen de trigos duros y son utilizadas para la elaboración de pan. En la investigación realizada se utilizó harina blanda la cual es ideal para la elaboración de galletas, además se adicionó tarwi el cual elevó su valor nutricional a las galletas ya que aportó proteínas.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Levene modificada para los valores de proteína; se muestra la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para los valores de proteínas de galletas tipo soda**

Variable	Estadístico de Levene	P
Proteína (%)	2.93	0.077

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza, indicando que las sustituciones de harina de trigo por harina de tarwi presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre los valores de proteínas de galletas tipo soda.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para los valores de proteínas de galletas tipo soda**

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Proteína (%)	Harina	5.782	3	1.927	2269.624	0.000
	Error	0.010	12	0.001		
	Total	5.792	15			

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de proteínas de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi.

**Cuadro 12. Prueba de Duncan para los valores de proteínas de galletas tipo soda**

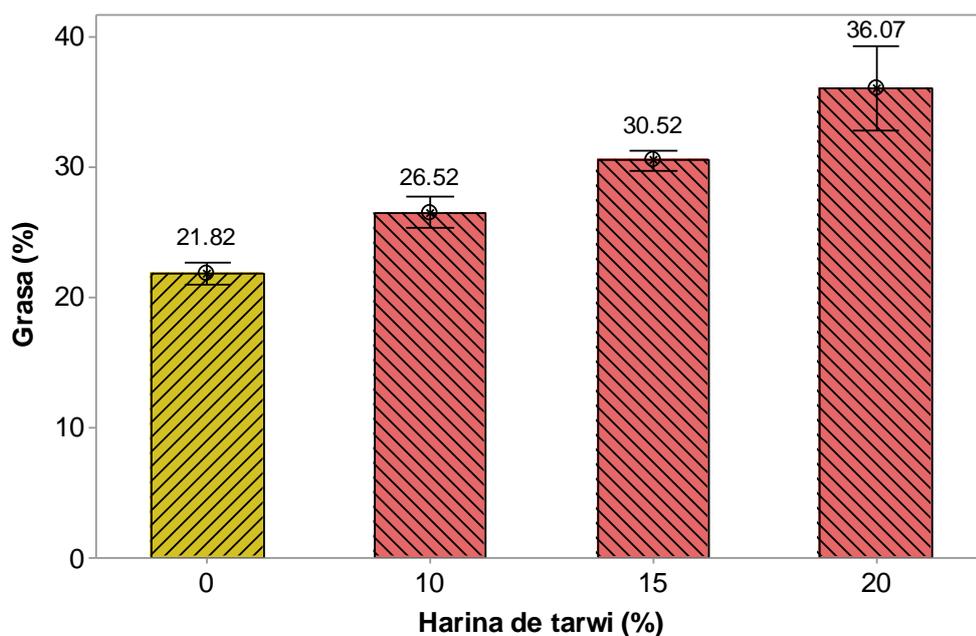
Harina de tarwi (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0	8.22			
10		16.16		
15			17.63	
20				19.60

Los resultados de la prueba de Duncan indicaron que la galleta con 20% de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi, fue la que presentó el mayor contenido de proteínas en comparación con la galleta testigo, obteniéndose 19.60% y 8,22% respectivamente.

La prueba de Duncan denota la formación de 4 subgrupos, indicando diferencia entre los tratamientos.

#### 4.3 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de grasa de galletas tipo soda

En la Figura 7, se muestran los resultados promedios del contenido de grasa en galletas tipo soda (ver Anexo 4). A medida que aumentan las sustituciones de harina de trigo por harina de tarwi existe un aumento en cada una de ellas. Las cantidades de grasas en los niveles de sustituciones oscilan en 26.52 y 36.07%; mientras tanto para la muestra control obtiene 21.82%.



**Figura 7. Variaciones de los valores de grasa de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi**

López (2007) obtuvo 28.69% en grasa con la sustitución de 12% de harina de tarwi en la elaboración de galletas de trigo. En esta investigación se obtuvo 26.52% al 10%; valores relacionados, ya que existe una mínima diferencia de sustituciones y haciendo que aumente ligeramente en la determinación de grasa.

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de grasa e indicando existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ).

En las galletas comerciales con quinua y coco rallado, de la marca Inca Sur se puede apreciar un contenido de grasa de 22 %, lo que nos da una tendencia que al agregar algún cereal o leguminosa el contenido de grasas aumentará ya que dicho ingrediente aportará la grasa que contiene. Y su aporte en una porción de 30 g es 7 g de grasa. En la presente investigación se obtuvo una galleta con 36 % de grasa. Siendo la porción sugerida de 30 g (paquete), lo cual equivaldría a un 10.8 g de grasa, aportando al requerimiento diario de una manera adecuada.

**Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para los valores de grasa de galletas tipo soda**

<b>Variable</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>p</b>
Grasa (%)	1.07	0.399

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza indicando que las sustituciones de harina de trigo por harina de tarwi presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre de los valores de grasa en galletas tipo soda.

**Cuadro 14. Análisis de varianza de los valores de grasa de galletas tipo soda**

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Grasa (%)	Harina	438.654	3	146.218	11.002	0.001
	Error	159.477	12	13.290		
	Total	598.132	15			

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores e grasa en galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi.

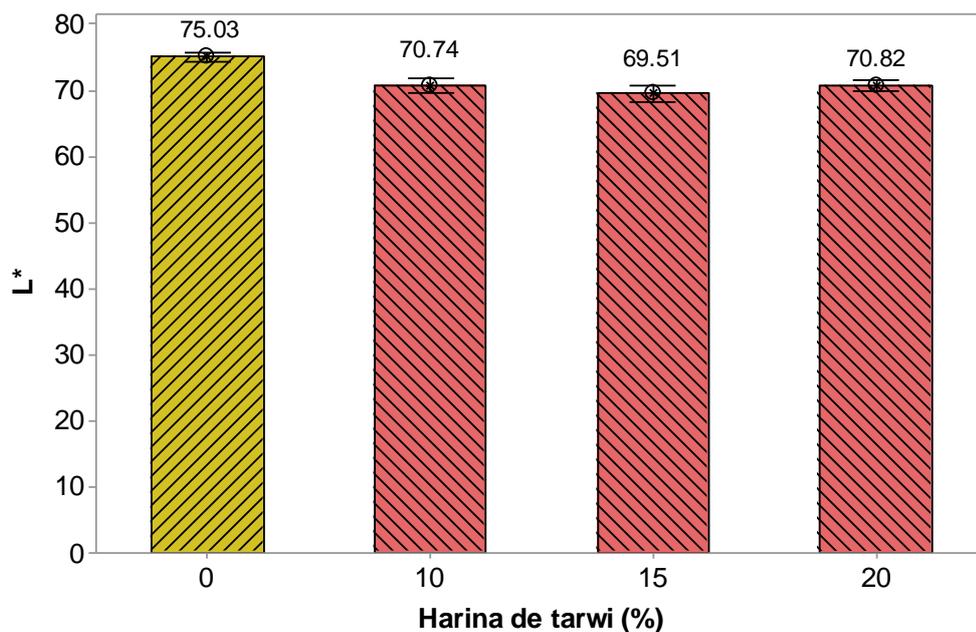
**Cuadro 15. Prueba de Duncan para los valores de grasa de galletas tipo soda**

Harina de tarwi (%)	Subgrupo		
	1	2	3
0	21.82		
10	26.52	26.52	
15		30.52	30.52
20			36.07

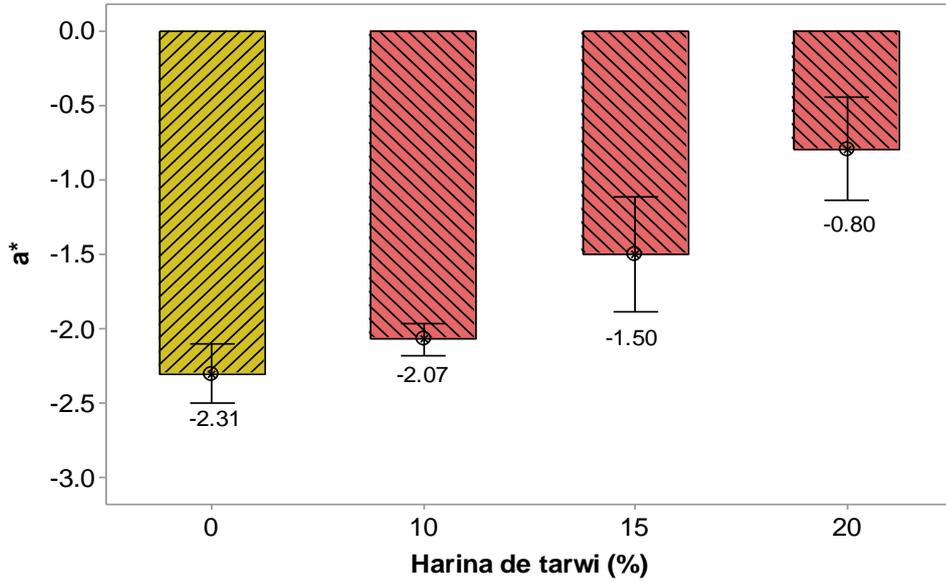
En esta prueba de Duncan, se determinó que existe diferencia entre cada sustitución de harina de trigo por harina de tarwi, tal como indica las pruebas no paramétricas anteriores mencionadas. Observando que a mayor sustitución de harina de tarwi, mayor es la cantidad de grasa, ya que la harina de tarwi posee 27.9 % en su composición.

#### 4.4 Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de color de galletas tipo soda

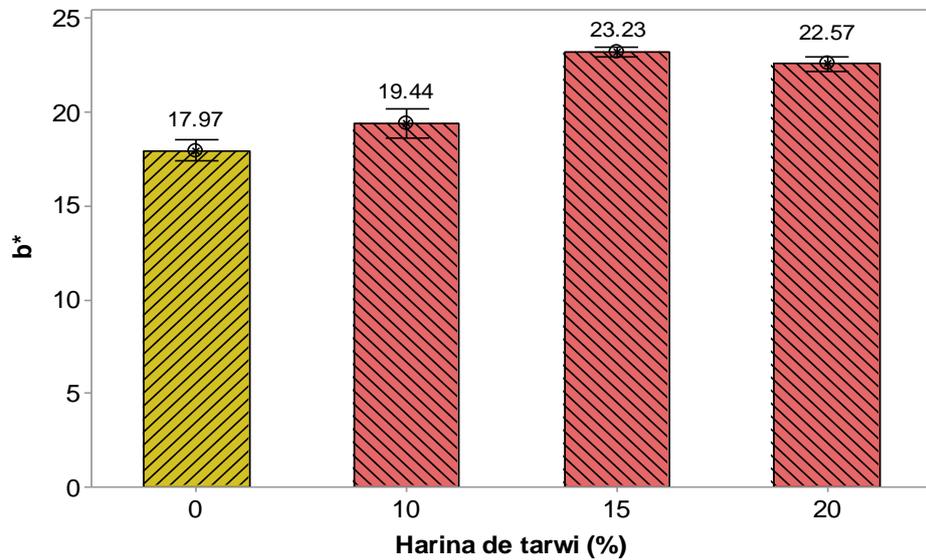
En las Figuras 8, 9 y 10 se muestran los resultados promedio de la determinación del color en sus valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (ver Anexo 5). Se aprecia que los valores de  $L^*$  son semejantes, con la mínima diferencia e incluso es menor comparando con la muestra control que tiene un valor elevado. Así mismo, los valores de  $a^*$  se encuentran en valores negativos, esto nos quiere decir que se mantiene en un tono verdoso. Los valores de  $b^*$ , todos positivos van aumentando, esto indica que la fuerza del color amarillo va aumentando.



**Figura 8. Variaciones de los valores de color  $L^*$  de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi**



**Figura 9. Variaciones de los valores de color  $a^*$  de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi**



**Figura 10. Variaciones de los valores de color  $b^*$  de galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi**

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) y mostrando existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 16. Prueba de Leven modificada para los valores de color de galletas tipo soda**

Variable	Estadístico de Levene	p
$L^*$	0.56	0.652
$a^*$	0.73	0.554
$b^*$	2.12	0.151

Para  $L^*$  (Figura 8), se observa que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi existe una mínima disminución, los valores disminuyeron de 75.03 a 69.51, observándose que las galletas tipo soda pasaron de un color claro a oscuro.

Para el parámetro cromático  $a^*$  (Figura 9), al sustituir harina de trigo por harina de tarwi en galletas tipo soda, los valores aumentaron de -2.31 a -0.8.

Para  $b^*$ , se observó que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi en galletas tipo soda, los valores aumentaron de 17.97 a 23.23 en la tonalidad de color amarillo.

Pesantes (2014) evaluó tres sustituciones (5,10 y 15%) de harina de trigo por harina de pulpa de tuna purpura en galletas dulces, concluyendo en los análisis estadísticos de color ( $L^*$  y  $b^*$ ) hubo

homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ) y diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las sustituciones; siendo datos semejantes a los de esta investigación.

Estos resultados en la variabilidad del color, son confirmados por Sing (2008), usando harina de camote, los valores de  $L^*$  disminuyeron y el valor de  $b^*$  aumenten. Así mismo, Kohajdová (2011) también observo que a mayor sustitución de la harina de trigo, en este caso por harina de fibra de manzana en galletas, los valores de  $L^*$  van disminuyendo, esto debido al pardeamiento enzimático de dicha fruta, esto hace que los valores de  $b^*$  disminuyan. De igual manera, Mosquera (2009) aprecio en su trabajo de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, que a mayor porcentaje de sustitución, las galletas toman un color más oscuro.

Ballat (2014) realizó investigaciones al utilizar harina de soja y mandioca en pan, al sustituir harina de trigo por harina de soja (5%) en la formulación el efecto sobre el color de la corteza era mas notorio, al añadir la soja provocó un aumento en el oscurecimiento muy intenso de la corteza, lo cual se debería a que la soja aumenta el contenido de proteínas y esto favorece la reacción de Maillard.

Sabanis (2009) observó que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de soja disminuía significativamente la luminosidad de la corteza.

En el Cuadro 17, se presenta el análisis de varianza, indicando que las sustituciones de harina de trigo por harina de tarwi presentan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre el color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) en las galletas tipo soda.

**Cuadro 17. Análisis de varianza de los valores de color de galletas tipo soda**

<b>Parámetro</b>	<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>L*</b>	Harina	69.766	3	23.255	6.255	0.008
	Error	44.617	12	3.718		
	Total	114.382	15			
<b>a*</b>	Harina	5.442	3	1.814	5.726	0.011
	Error	3.802	12	0.317		
	Total	9.245	15			
<b>b*</b>	Harina	75.566	3	25.189	21.329	0.000
	Error	14.172	12	1.181		
	Total	89.738	15			

En el Cuadro 18,19 y 20, se presentan la prueba de Duncan aplicada a los valores de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) en galletas tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi.

**Cuadro 18. Prueba de Duncan para los valores de color ( $L^*$ ) de galletas tipo soda**

Harina de tarwi (%)	Subgrupo	
	1	2
15	69.51	
10	70.74	
20	70.82	
0		75.03

**Cuadro 19. Prueba de Duncan para los valores de color ( $a^*$ ) de galletas tipo soda**

Harina de tarwi (%)	Subgrupo	
	1	2
0	-2.31	
10	-2.07	
15	-1.50	-1.50
20		-0.80

**Cuadro 20. Prueba de Duncan para los valores de color ( $b^*$ ) de galletas tipo soda**

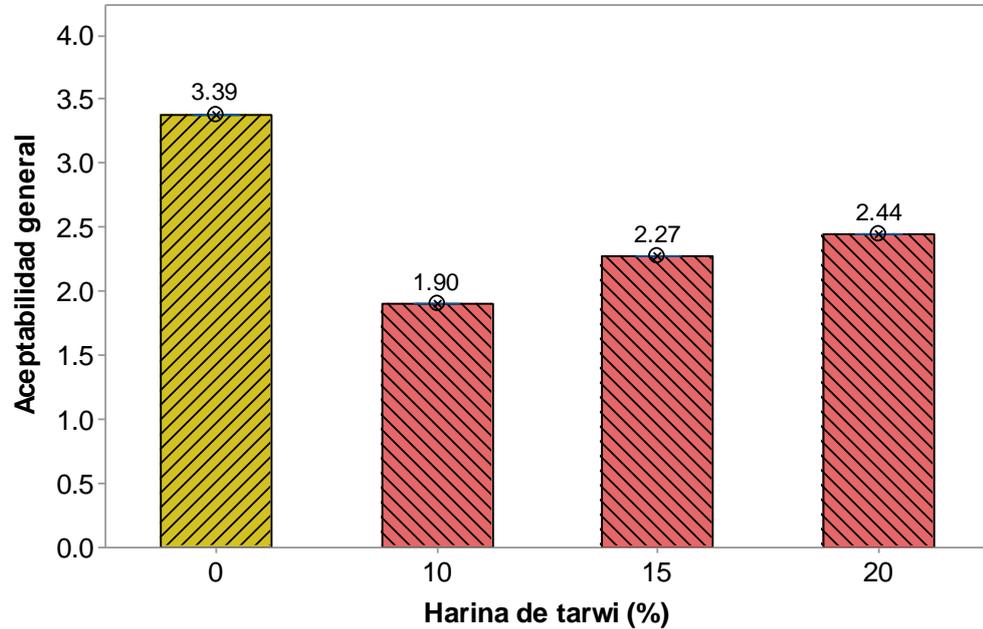
Harina de tarwi (%)	Subgrupo	
	1	2
0	17.97	
10	19.44	
20		22.57
15		23.23

El resultado de la prueba de Duncan indicó que en promedio, la galleta testigo tipo soda fue la más clara ya que obtuvo 75.03 y la más oscura fue la galleta con 15% de sustitución presentando 69.51. Esta disminución de la luminosidad se asemejan a los valores obtenidos por Pesantes (2014), cuando sustituyó harina de trigo por harina de pulpa de tuna purpura en la elaboración de galletas tipo dulce al presentar un valor de luminosidad de 56.24 en la galleta testigo y de 29.31 en la galleta con 15% de sustitución.

La harina de tarwi al contener aceites (16.5%) y proteínas (42%), fue causa de que las galletas sean más oscuras debido a la oxidación de estas, y este oscurecimiento dependió de la mayor incorporación de la harina de tarwi.

#### **4.5 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre los valores de aceptabilidad general de galletas tipo soda**

En la Figura 11, se observa los valores promedio de las calificaciones de aceptabilidad general en galletas tipo soda elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (Anexo 6). Donde la muestra control obtiene mayor promedio con 3.39 y entre las diferentes sustituciones, el de mayor promedio fue de 20% con 2.44 y con menor promedio fue de 10% con 1.90.



**Figura 11. Variaciones de los valores de aceptabilidad general de galleta tipo soda con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi**

Matos y Muñoz (2010) evaluó la aceptabilidad general en pan con sustitución (10,20 y 30%) de harina de ñuña, evaluando sabor, color, textura y olor; como resultados se obtuvo para el de 30% de sustitución con mayor aceptabilidad con respecto a sabor y textura, por otro lado la sustitución con 20% tuvo una mayor aceptabilidad en lo que respecta a color.

En el análisis de evaluación sensorial, Pesantes (2014) realizó la prueba no paramétrica de Friedman, equivalente a la prueba ANVA con tres repeticiones, determinando que existió diferencia significativa entre las sustituciones ( $p < 0.05$ ), coincidiendo estos resultados con los de esta investigación.

En el Cuadro 21, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la aceptabilidad general

de las galletas tipo soda con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi. Además, el tratamiento con 20% de harina de trigo por harina de tarwi presento el mayor rango promedio de 2.44 y moda estadística de 8 puntos correspondiente a una percepción de “me agrada mucho”.

**Cuadro 21. Prueba de Friedman para los valores de aceptabilidad general**

<b>Harina de tarwi (%)</b>	<b>Rango promedio</b>	<b>Moda</b>
0	3.39	8
10	1.90	5
15	2.27	7
20	2.44	8
Chi-cuadrado		28.824
p		0.000

En la prueba de Friedman en el análisis estadístico de Pesantes (2014) determino que existió diferencia significativa entre los tratamiento, con respecto al nivel de satisfacción percibida por los panelistas; datos que son familiarizados con esta investigación.

Quispe y Manyari (2012) elaboraron galletas dulces con la sustitución de harina de trigo por harina de residuos de alcachofa al 8,10 y 12%. Se realizó la prueba de aceptabilidad general, con la participación de 76 panelistas no entrenados, su grado de aceptabilidad fue medido mediante la aplicación de una prueba de escala hedónica de siete puntos. Se determinó la existencia de diferencia significativa entre los tratamiento y con mayor aceptabilidad a la sustitución del 10% de harina de residuos de alcachofa.

La prueba de Wilcoxon (Cuadro 22) es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa. En esta prueba se compararon todos los tratamientos con el que obtuvo el mayor puntaje (tratamiento con 20% de harina de trigo por harina de tarwi), a juicio de los panelistas. Esta confirma que la galleta con 20% de sustitución fue estadísticamente diferente a la muestra control (100% harina de trigo) y a 10%, pero no presento diferencias con el tratamiento de 15%. Al denotarse este efecto y además por presentar el mayor valor de percepción de agrado, este tratamiento fue el de mayor aceptabilidad general.

**Cuadro 22. Prueba de Wilcoxon para los valores de aceptabilidad general**

Harina de tarwi (%)		Z	p
	0	-3.05	0.001
20	10	-2.137	0.033
	15	-0.562	0.574

Pesantes (2014) determino que al comparar en galletas testigo con las galletas de tuna con 5 y 10% de sustitución, no se presentaron diferencias significativas; en tanto la galleta testigo al ser comparada con la galleta con 15% de sustitución si presento significancia; y comparando con los resultados obtenidos de esta investigación, si hubo diferencia significativa comparando el 20% de sustitución con la galleta testigo tipo soda y 10% de sustitución, mientras que con 15% de sustitución no presento diferencias significativas.

Gonzales (2007) evaluó el efecto de la harina de residuos de naranja sobre la aceptabilidad general en la elaboración de galletas. Se elaboraron con diferentes niveles de sustitución (0, 10, 20, 30 y 40%). Los resultados de la prueba de aceptabilidad general, mostraron que la mayoría de los consumidores aceptaron las galletas que contenía una sustitución entre el 10 y 20%, en cambio de 30 y 40% no fueron aceptadas, esto debido a que eran más duras y amargas.

Pérez y Márquez (2006) realizaron una evaluación sensorial de harina de cascara de esparrago en sustitución de galletas dulces (3, 6 y 9%). Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial y las pruebas estadísticas reportaron que no existió diferencia significativa entre las cuatro galletas evaluadas, provocando un alto grado de satisfacción entre los consumidores.

## **V. CONCLUSIONES**

Existió efecto significativo de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi sobre la humedad, contenido de proteínas, grasa, color y la aceptabilidad general de galletas tipo soda.

Se determinó como mejor tratamiento al porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi al 20%, que obtuvo el mayor contenido de proteínas, menor contenido de humedad, mejor color y la mayor aceptabilidad en galletas tipo soda.

El porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi al 10% permitió obtener un menor contenido de grasas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar investigaciones en galletas tipo soda utilizando diversas harinas provenientes de cereales andinos para mejorar el contenido de proteínas, color, textura y aceptabilidad general, con la finalidad de encontrar la mejor sustitución, el cual no pueda brindar las mejores características a las galletas tipo soda.

Realizar futuras investigaciones evitando el uso de otras grasas naturales y/o artificiales y aprovechar el contenido de grasa del tarwi, para así poder obtener mejores datos.

Evaluar el tiempo de horneado y temperatura como una variable más a fin de determinar su influencia sobre las variables de textura, color y humedad de las galletas.

Realizar la prueba sensorial utilizando un grupo de panelistas entrenados de consumidores de galletas tipo soda.

Utilizar la metodología de diseño de mezclas estadístico, con la finalidad de encontrar la mezcla óptima con respecto al universo de mezclas posibles de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi hasta un nivel donde la aceptabilidad general no sea afectada.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Andalzúa-Morales, A. (2005). Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Segunda edición. Editorial Acribia. España.

Cheftel, J., Cheftel, H. y Besancon, P. (1989). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol. II. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Gamboa, V. (2006). Evaluación del efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por fibra de trigo y de la adición de polidextrosa sobre las características de calidad de una galleta de maní sin azúcar. Tesis para optar el Grado de Licenciatura de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica.

Herrera, F. (2012). Efecto combinado del salvado de arroz (*Oriza sativa*) y tocoferol en relación al butil hidroxitolueno sobre el índice de peróxidos y la aceptabilidad general en galletas tipo soda. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú

Herrera, M. (2009). Obtención de galletas fortificadas con salvado de quinua, kañiwa y kiwicha. Tesis para Magister Scientiae. Escuela de Postgrado. Especialidad Tecnología de Alimentos. UNALM. Lima-Perú.

INDECOPI (1992). Norma Técnica Peruana 206.001.1981 (revisada el 2011) Galletas. Requisitos. Lima – Perú.

- León, A. y Rosell, M. (2007). De tales harinas, tales panes. Primera edición. Hugo Báez Editor. Argentina.
- López, H. (2007). Elaboración de galletas fortificadas con harina, aislado y concentrado de tarwi. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Instituto de Ciencias Agropecuarias
- Manley, D. (1989). Tecnología de la industria galletera. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza- España.
- Matos, A. y Muñoz, K. (2010). Elaboración de pan con sustitución parcial de harina precocida de ñuña (*Phaseoleus vulgaris L.*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) Dirección General de Investigación ISSN Revista Investigación Ciencia Tecnología de Alimentos. Vol. 1.
- Montoya, J. y Román G. (2010). Estudio de la incidencia de incorporación de masa de papa (*Solanum tuberosum*) de variedad superchola como sustituto parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) en el proceso de elaboración de pan. Tesis presentada para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
- Morales, M., Ollgaard, R., Borchsenius, F., Balslev, H. (Ed.) (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 458-482.
- Ortega, D., Rodríguez, A., y Zamora, A. (2009). Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los andes de Colombia. Universidad del Valle. Cali-Colombia.

- Pesantes, A. (2014). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de tuna purpura sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentaras. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.
- Pimentel, L. 2015. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de brácteas de alcachofa sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general en galletas dulces. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.
- Rodríguez, G. (2014). Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces. Tesis para optar el título de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.
- Singh, S., Riar, C. y Saxena, D. (2008). Effect of incorporating sweet potato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. *African Journal of Food Science*. 2:065-072.
- Soto, J. y Carrasco, E. (2008). Estudio del valor real y potencial de la Biodiversidad de los granos andinos (Quinoa, Cañahua y Amaranto en Bolivia). La Paz-Bolivia.
- Soto N. (1983). Niveles de sustitución de harina de trigo por harina de lupino para la elaboración de galletas. UNALM. Lima-Perú.

Urrutia, W. (2010). Determinación de parámetros óptimos de extracción alcalina para la obtención de aislado proteico a partir de tarwi (*Lupinus mutabilis*) .Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Perú.

**VIII.**

**ANEXOS**

### Anexo 1. Valores de cenizas y humedad en harina de tarwi

	<b>Peso de crisol</b>	<b>Peso muestra</b>	<b>Peso muestra final</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Humedad</b>
crisol 1	16.510	2.112	16.545	1.667	9.420
crisol 2	16.493	2.109	16.527	1.588	8.820
crisol 3	19.126	2.156	19.156	1.382	9.790
		Promedio		1.546	9.343

### Anexo 2. Valores de humedad de galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi

<b>Muestra</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Promedio</b>
So	3.315	
So	3.262	2.852
So	2.801	
So	2.031	
S1	3.322	
S1	3.241	3.218
S1	3.094	
S1	3.214	
S2	3.217	
S2	3.341	3.255
S2	3.223	
S2	3.238	
S3	2.948	
S3	2.898	3.112
S3	3.174	
S3	3.427	

**Anexo 3. Valores de proteínas de galletas tipo soda con sustitución  
de harina de tarwi**

Muestra	Contenido de proteínas (%)	Promedio
So	8.268	
So	8.262	
So	8.244	8.223
So	8.118	
S1	16.069	
S1	16.093	
S1	16.087	16.159
S1	16.388	
S2	17.494	
S2	17.908	
S2	17.399	17.632
S2	17.726	
S3	19.094	
S3	20.024	
S3	19.462	19.599
S3	19.818	

**Anexo 4. Valores de grasa de galletas tipo soda con sustitución de  
harina de tarwi**

Muestra	Grasa (%)	Promedio
So	20.530	
So	23.720	21.817
So	22.585	
So	20.431	
S1	23.377	
S1	26.036	26.522
S1	28.056	
S1	28.619	
S2	32.433	
S2	29.483	30.515
S2	30.976	
S2	29.169	
S3	45.608	
S3	31.610	36.065
S3	34.968	
S3	32.074	

**Anexo 5. Valores de color (L\*, a\*, b\*) de galletas tipo soda con  
sustitución de harina de tarwi**

Repetición	Color	<b>So</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
		0%	10%	15%	20%
1	L	74.30	72.09	66.33	70.69
	a	-2.73	-2.31	-1.63	0.10
	b	19.20	19.87	18.77	23.68
2	L	75.27	67.67	71.67	68.73
	a	-2.28	-1.80	-2.21	-0.99
	b	18.68	18.53	18.83	22.55
3	L	73.87	72.34	68.85	72.73
	a	-1.78	-2.05	-0.41	-1.56
	b	17.42	17.94	23.59	22.25
4	L	76.67	70.85	71.19	71.14
	a	-2.43	-2.13	-1.74	-0.73
	b	16.57	21.43	23.72	21.80

**Anexo 6. Valores de Aceptabilidad general de galletas tipo soda con  
sustitución de harina de tarwi**

<b>Panelistas</b>	<b>5678</b>	<b>8765</b>	<b>9876</b>	<b>7261</b>
1	7	6	5	4
2	8	3	2	6
3	6	5	4	4
4	6	5	5	4
5	6	5	5	4
6	3	3	4	4
7	2	3	2	3
8	8	5	6	3
9	7	6	5	6
10	8	6	7	6
11	8	3	5	6
12	8	7	6	6
13	8	7	4	6
14	8	4	7	6
15	7	6	7	7
16	7	7	4	7
17	7	6	6	7
18	7	6	7	7
19	6	3	7	8
20	8	7	6	8
21	9	7	8	8
22	9	6	7	8
23	4	5	8	8
24	8	5	7	8
25	9	4	6	8
26	9	5	7	8
27	7	6	6	8
28	9	9	9	8
29	7	2	8	5
30	6	2	3	3
31	5	2	6	5
32	6	5	5	5
33	5	5	4	5
34	6	5	8	3
35	9	9	8	4

### **Anexo 7. Obtención de harina de tarwi**

- Harina de tarwi.



### **Anexo 8. Elaboración de galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi**

- Pesado de ingredientes



- Mezclado de ingredientes en la amasadora



- Reposo de masas por un periodo de tres horas y treinta minutos.

S<sub>1</sub>



S<sub>2</sub>



S<sub>3</sub>



S<sub>4</sub>



- Horneado de las galletas a 120 °C por 10 min.



- Enfriado



- Selección



### Anexo 9. Prueba sensorial

- Panelistas evaluando aceptabilidad general



- Presentación de galletas para ser evaluadas

