

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



**Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ALEJANDRA MARIBEL ENCOMENDEROS VALDIVIESO**

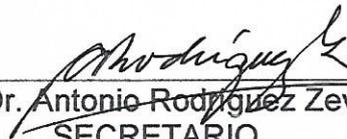
**TRUJILLO, PERÚ  
2019**

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



---

Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos  
PRESIDENTE



---

Ing. Dr. Antonio Rodríguez Zevallos  
SECRETARIO



---

Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta  
VOCAL



---

Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico en primer lugar a Dios por ser mi guía y apoyo fundamental en todo momento.

A toda mi gran familia, en especial a mis padres Mayali Valdivieso y Luis Encomenderos quienes estuvieron conmigo desde el inicio de mi carrera profesional, por sus consejos y la confianza que depositaron en mí no solo en lo profesional sino en lo personal.

A mis abuelitos Justo Valdiviezo quien me bendice desde el cielo siempre y Elva Arquero, a quien amo con todo mi ser, por su gran corazón y dedicación.

A mi hermano por estar siempre presente y ser mi cómplice en todo momento

Finalmente a mis maestros quienes me dejaron un gran ejemplo a seguir con sus enseñanzas y por el impulso a seguir desarrollándome profesionalmente

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento va hacia todas las personas que estuvieron conmigo brindando su apoyo de una u otra manera durante el transcurso del desarrollo de esta investigación. A mis padres por su ayuda, comprensión y motivación a lo largo de mi carrera profesional. A una amiga muy especial Lila Salinas quien me ayudó de manera incondicional a ejecutar esta investigación. A Luis Seclén de quien recibí mucho apoyo y siempre estuvo pendiente ante alguna necesidad en el desarrollo de esta investigación.

También quiero agradecer de manera especial a la Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez por su total apoyo, consejos y motivación para poder lograr este gran paso.

## INDICE GENERAL

CARATULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFIA.....	2
2.1. Cañihua.....	3
2.1.1. Generalidades .....	3
2.1.2. Composición y propiedades nutricionales.....	3
2.1.3. Variedades .....	4
2.1.4. Harina.....	5
2.1.5. Usos .....	5
2.2. Trigo.....	6
2.2.1. Generalidades .....	6
2.2.2. Composición y propiedades nutricionales.....	7
2.2.3. Variedades .....	8
2.2.4. Harina.....	9
2.2.5. Usos.....	9

2.3. Galletas.....	10
2.3.1. Generalidades .....	10
2.3.2. Clasificación de galletas .....	11
2.4. Ingredientes en la elaboración de la galleta.....	12
2.4.1. Harina.....	12
2.4.2. Azúcar .....	12
2.4.3. Grasa.....	13
2.4.4. Sal .....	13
2.4.5. Huevo .....	13
2.4.6. Leudante.....	14
2.4.7. Leche en polvo .....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Lugar de ejecución.....	15
3.2. Materiales.....	15
3.3. Instrumentos.....	16
3.4. Equipos.....	16
3.5. Método experimental.....	16
3.5.1. Esquema experimental para la evaluación de las galletas elaboradas con harina de cañihua.....	16
3.5.2. Procedimiento experimental para la obtención de harina de cañihua.....	18
3.5.3. Procedimiento experimental para la elaboración de galletas dulces con harina de cañihua.....	19
3.5.4. Formulación base .....	21
3.6. Métodos de análisis.....	22
3.6.1. Firmeza.....	22
3.6.2. Fibra cruda .....	23
3.6.3. Proteínas .....	23
3.6.4. Contenido de fenoles totales .....	24
3.6.5. Evaluación sensorial.....	25
3.6.6. Análisis estadístico .....	25

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces.....	27
4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre el contenido de fibra cruda en galletas dulces.....	30
4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre el contenido de proteínas en galletas dulces.....	33
4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces.....	37
4.5. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre la aceptabilidad general en galletas dulces.....	41
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES.....	44
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	45
VIII. ANEXOS.....	53

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la cañihua.....	4
Cuadro 2. Composición química de la harina de cañihua.....	6
Cuadro 3. Composición química del trigo.....	8
Cuadro 4. Porcentaje de los principales componentes de la harina de trigo.....	9
Cuadro 5. Formulación de las galletas dulces con harina de cañihua.....	22
Cuadro 6. Prueba de Levene para la firmeza en galletas dulces con harina de cañihua.....	29
Cuadro 7. Análisis de varianza para la firmeza en galletas dulces con harina de cañihua.....	29
Cuadro 8. Prueba de Duncan para la firmeza en galletas dulces con harina de cañihua.....	30
Cuadro 9. Prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en galletas dulces con harina de cañihua.....	32
Cuadro 10. Análisis de varianza del contenido de fibra cruda en galletas dulces con harina de cañihua.....	32
Cuadro 11. Prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda en galletas dulces con harina de cañihua.....	33
Cuadro 12. Prueba de Levene para el contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua.....	35
Cuadro 13. Análisis de varianza para el contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua.....	36
Cuadro 14. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua.....	37
Cuadro 15. Prueba de Levene para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua.....	39
Cuadro 16. Análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua.....	40

Cuadro 17. Prueba de Duncan para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua .....	41
Cuadro 18. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en galletas dulces con harina de cañihua .....	43

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de galletas dulces con harina de cañihua.....	18
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cañihua.....	19
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces con harina de cañihua.....	22
Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de galletas dulces con harina de cañihua.....	27
Figura 5. Firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces.....	28
Figura 6. Fibra cruda en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces .....	32
Figura 7. Contenido de proteínas en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces .....	35
Figura 8. Contenido de compuestos fenólicos en función de la sustitución de harina de trigo por harina cañihua en galletas dulces.....	38
Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces .....	42

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las evaluaciones de firmeza, fibra cruda, proteínas, compuestos Fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua.....	55
Anexo 2. Calificaciones de las pruebas sensoriales para la aceptabilidad general en galletas dulces con harina de cañihua.....	56
Anexo 3. Vistas fotográficas de la elaboración de galletas dulces con harina de cañihua.....	57

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de cuatro sustituciones de harina de trigo por harina de cañihua (0, 15, 20 y 25%) sobre la firmeza, fibra cruda, el contenido de proteínas, compuestos fenólicos y aceptabilidad general en galletas dulces. El análisis de varianza determinó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre las variables paramétricas estudiadas. La prueba de Duncan determinó que la sustitución parcial de 15% presentó la mayor firmeza (30.47 N). Con la sustitución de 25% presentó el mayor contenido de fibra cruda (2.04%), proteínas (10.78%) y compuestos fenólicos (38.51 mg AG/100 g). Con la prueba de Friedman se determinó que no existió diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos en la aceptabilidad general. La sustitución del 25% de harina de cañihua tuvo una aceptación con una moda de 8 puntos, correspondiente a la percepción de me agrada mucho. Se consideró a la sustitución del 25% como mejor tratamiento al presentar los mayores valores en fibra cruda, proteínas y compuestos fenólicos.

## **ABSTRACT**

The aim of this research was to determine the effect of four substitution of wheat flour for cañihua flour (0, 15, 20 and 25%) of firmness, raw fiber, proteins, phenolic compounds and a general acceptability in cookies. The variance analysis determined a significant effect ( $p < 0.05$ ) of parametric variables studied. The Duncan test stated that the partial substitution of 15% showed the higher firmness (30.47 N), with the substitution of 25% a higher amount of raw fiber (2.04%), proteins (10.78%) and phenolic compounds (38.51mg AG/100 g). Through the test of Friedman, showed that did not exist a significant difference ( $p > 0.05$ ) among the treatments of general acceptability. The substitution of cañihua flour at 25% had an acceptability with a mode of eight points corresponding to a perception of I like it very much. The substitution of 25% was considered as the best treatment at showed the best results in raw fiber, proteins and phenolic compounds.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen cambios en el régimen alimenticio, como el consumo de productos industrializados con mucha densidad energética y de fácil acceso en el mercado, como la comida rápida, snacks que perjudican los hábitos alimenticios de la población; así como la disminución de la ingesta de frutas, verduras, leguminosas y cereales integrales (Utrilla,2012; Juárez y Quispe,2016). Por otro lado en el país a pesar del crecimiento económico de los últimos cinco años, presenta una tasa de desnutrición crónica infantil (DCI) de 12.9% por lo que el Estado peruano está revirtiendo este mal a través de programas de ayuda social (INEI, 2017). En ese sentido, las galletas son actualmente uno de los productos de mayor demanda y de poco costo de producción, que por ser un alimento que permite saciar el hambre, se considera una propuesta alimenticia de importante valor nutritivo para la población (Bazán y otros, 2015).

El mercado de galletas está en expansión, debido a que la industria satisface las expectativas cambiantes del consumidor, antes lo más importante era la diversificación como nuevos diseños y sabores, ahora se exige productos saludables; es así que las empresas buscan desarrollar galletas con importante valor nutritivo, con mayor contenido de fibra y bajas en calorías sin comprometer su aceptabilidad sensorial (Ibarra, 2017).

En el Perú se cultivan diversas especies de granos andinos como la quinua, kiwicha, cañihua y el tarwi. La superficie cosechada de estos granos andinos en el 2017 ascendió en más de 79.12 mil ha, con una

producción total de 100.17 mil t. Los granos se caracterizan por contener proteínas de importante valor biológico y nutricional (Montero, 2018; Flores y otros, 2014).

La cañihua destaca por su importante valor nutricional, importante contenido de carbohidratos complejos, fibra, proteínas y por su composición de ácidos grasos insaturados. Además, contiene tocoferoles, los cuales junto a otros compuestos fenólicos, le otorgan su capacidad antioxidante (Chanamé y Cruz, 2017).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de cuatro sustituciones (0, 15, 20 y 25%) de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre la firmeza, fibra cruda, el contenido de proteínas, compuestos fenólicos y la aceptabilidad general en galletas dulces?

Los objetivos fueron:

Determinar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre la firmeza, fibra cruda, el contenido de proteínas, compuestos fenólicos y la aceptabilidad general en galletas dulces.

Determinar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cañihua que produzca la mayor firmeza, el mayor contenido de fibra cruda, proteínas, compuestos fenólicos y la mayor aceptabilidad general de galletas dulces.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFIA

## **2.1. Cañihua**

### **2.1.1. Generalidades**

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es una especie originaria de la zona adyacente al lago Titicaca, compartida entre Bolivia y Perú. Es una planta anual de gran diversidad genética, de autopolinización. El crecimiento de las plantas varía de 25 a 60 cm. Las hojas presentan pecíolos cortos y finos. Las flores son hermafroditas y la inflorescencia se presenta en cimas laterales y en axilares superiores. Las semillas son de forma sub cilíndrico, cónico, sub lenticular, sub cónico y sub elipsoidal, la cañihua produce numerosas semillas, de un tamaño muy pequeño de 0.8 a 1.4 mm de diámetro, cubierto por el perigonio del cáliz porfiado, la coloración del fruto es muy variable, desde grisáceo hasta pardo oscuro, habiendo frutos con pigmentos de color morado, rosado y amarillo (Mayta y otros, 2015).

Su importancia radica en la gran composición nutricional que posee, en comparación con el pequeño diámetro de su grano. La composición química de éste grano está siendo revalorizada por la actividad antioxidante que posee, tornándola en un alimento funcional ideal (Guzmán y otros, 2013).

### **2.1.2. Composición y propiedades nutricionales**

La cañihua contiene mucha proteína (15-19%), es rica en lisina (5-6%), isoleusina y triptófano, posee 12.2% de humedad, 6-8% de lípidos y 3-4% de cenizas. También es rica en micronutrientes tales como hierro y calcio (Bartolo, 2013). En el Cuadro 1, se presenta la composición química de la cañihua en 100 g.

Cuadro 1. Composición química de la cañihua

Composición	Contenido (g/100g)
Proteínas	15.0
Grasas	4.3
Carbohidratos	65.5
Fibra cruda	9.8
Ceniza	5.4

Fuente: Bartolo (2013)

El valor nutricional de las proteínas de la cañihua es equivalente al de la leche, esta calidad proteica en combinación con carbohidratos y aceites vegetales la hacen altamente nutritiva. La cañihua es rica en lípidos, el aceite de estos cereales tiene un importante contenido en ácidos grasos insaturados, así como, también de tocoferoles. Además, posee un gran contenido de fibra dietética, especialmente la fracción insoluble, lo cual trae efectos benéficos para la digestión (Bartolo, 2013).

Por otro lado, la cañihua tiene propiedades fisiológicas y nutritivas esenciales de tal forma que ayuda a prevenir enfermedades como: Cáncer, además de trastornos digestivos e inmunológicos y previene el envejecimiento del organismo. La cañihua posee compuestos lipofílicos como carotenos y luteínas, además de compuestos hidrofílicos como polifenoles y betalainas que proporcionan al alimento una capacidad antioxidante, llamados en general alimentos con características funcionales (Tacora y otros, 2010).

### 2.1.3. Variedades

Los hábitos de crecimiento de la cañihua pueden diferenciarse entre plantas erectas o ramificadas, con una gran diversidad de colores de grano como: crema, rosado, rojo, granate, gris, amarillo, anaranjado y verde. A pesar de estar demostrada su amplia variabilidad genética, se cuenta sólo con tres variedades plenamente caracterizadas denominadas Cupi, Ramis y Cyclan (Bravo y otros, 2010).

#### **2.1.4. Harina**

La obtención más frecuente de la harina de cañihua consiste en tostar ligeramente los granos y posteriormente molerlos, lo cual produce un tipo de harina llamada comúnmente “pito” o “cañihuaco”. En la industria panificadora comprobaron que agregando 20% de cañihuaco a la harina de trigo en productos como pan y galleta proporcionan un color y sabor característico y agradable (Hurtado y Rodríguez, 2011).

Shotts y otros (2018) evaluaron la autenticidad de harinas de granos andinos, donde la cañihua presentó 16.39% de proteínas y 9.41% de grasa. En el Cuadro 2, se presenta la composición de la harina de cañihua.

#### **2.1.5. Usos**

La forma común de consumo de la cañihua es el cañihuaco, harina del grano de cañihua tostado. Garantiza la asimilación de los nutrientes sin causar pesadez en el estómago; por consiguiente puede ser consumido con agua, azúcar o miel como refresco, y con leche para desayuno. Además el uso combinado de 30% harina de cañihua y 70% harina de trigo para: pan, pasteles, tortas y galletas, aseguran buenos atributos de aroma, sabor y textura (Apaza, 2010).

Cuadro 2. Composición química de la harina de cañihua

Composición	Contenido (g/100g)
Proteínas	18.2
Grasas	7.5
Carbohidratos	61.8
Fibra cruda	8.9
Ceniza	3.6

Fuente: Hurtado y Rodríguez (2011)

## 2.2. Trigo

### 2.2.1. Generalidades

El trigo es una planta de crecimiento anual perteneciente a la familia de las gramíneas, cuyo nombre científico es *Triticum aestivum*. Tiene una altura promedio de un metro, sus hojas verdes, parecidas a las de otras gramíneas, brotan muy pronto y van seguidas por tallos muy delgados rematados por espigas de cuyos granos molidos se saca la harina (Ibarra, 2017).

El trigo ocupa alrededor del 25% del área mundial en la producción de cereales, se cultiva principalmente en zonas templadas. El núcleo del trigo se compone de endospermo, salvado y germen con endosperma que contiene principalmente almidón y proteína, mientras que el salvado y el germen son ricos en fibra dietética y minerales (Punia y otros, 2017).

En el Perú, este cereal fue introducido por los españoles en forma casual alrededor del año 1540. Este cereal forma parte del consumo básico de la población peruana, sin embargo, la producción de este es deficitaria. El 97% de la superficie cultivada se encuentra ubicada en la sierra y el 3% en la costa. Su producción representa aproximadamente una tercera parte de la producción mundial de cereales (Ibarra, 2017).

### **2.2.2. Composición y propiedades nutricionales**

En general, el grano maduro está compuesto por hidratos de carbono, proteínas (albúmina, globulina, prolamina, y gluteínas), lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oléico, linoléico), minerales (potasio, fósforo, selenio y cloro) y agua, junto con trazas de vitaminas y enzimas (Juárez y otros, 2014; Ibarra, 2017). En el Cuadro 3, se presenta la composición química del grano de trigo.

El trigo posee un importante contenido de almidón, el que por ser el carbohidrato más importante, se considera al trigo como fuente de energía. Las proteínas que acompañan al almidón tienen una buena tasa de digestibilidad; sin embargo, dado a su poco porcentaje y a la ausencia de los aminoácidos esenciales, se considera al trigo de calidad proteica baja. Por otro lado el trigo es considerado fuente importante de algunas vitaminas y minerales (Juárez y otros, 2014).

Cuadro 3. Composición química del trigo

Composición	Contenido (%)
-------------	---------------

Proteínas	8.6
Grasas	1.5
Carbohidratos	73.7
*Fibra cruda	3.0
Ceniza	1.7
Humedad	14.5

\*Fibra cruda: Se incluye dentro de los carbohidratos  
Fuente: Ibarra (2017)

### 2.2.3. Variedades

Las variedades de trigo son descritas a continuación por Ibarra (2017).

#### ***Triticum aestivum* o trigo pan (trigo blando)**

Permite una buena separación de sus componentes y tiene un valor panadero, los trigos blandos con bajo porcentaje de proteína son ideales para harinas para tortas y galletas dulces.

#### ***Triticum durum* o trigo fideos (trigo duro)**

Es una variedad no apta para panificación debido a la baja extensibilidad y la alta tenacidad de la masa que forma. Los trigos duros producen una harina con mayor granulometría (sémola o semolina), es ideal para harina para pastas.

#### 2.2.4. Harina

Es el producto finalmente triturado, obtenido de la molienda del grano de trigo. Existen dos divisiones de las harinas de trigo de acuerdo al tipo de grano del que provienen: harinas duras y harinas blandas o suaves. La harina de trigo duro posee un elevado grado de proteínas glutínicas, en comparación con la harina suave; además de un gran poder de absorción y un bajo contenido de cenizas, lo que la hace una mejor opción para un producto de panificación nutricionalmente mejorado (Ibarra, 2017).

La harina de trigo es el principal ingrediente en la elaboración de galletas, pan, tortas, entre otros. La masa de la harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido viscoelástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible (De la Vega, 2009). El gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina, de esta manera posibilita la formación de la masa (Herrera, 2011). En el Cuadro 4, se presenta los principales componentes de la harina de trigo.

Cuadro 4. Principales componentes de la harina de trigo

Componente	Porcentaje
Almidón	70 – 75
Proteínas	10 – 12
Polisacáridos	2 – 3
Lípidos	2

Fuente: De la vega (2009)

#### 2.2.5. Usos

La harina de trigo tiene muchas aplicaciones: pan, pasteles, galletas, fideos y pasta. Aunque la mayor parte del trigo sembrado se utiliza para el consumo alimenticio humano y alrededor del 10% se destina a nueva siembra, también se reservan pequeños porcentajes para empleo industrial en la elaboración de féculas, almidones, pastas, dextrosas, alcoholes y otros productos. La funcionalidad y versatilidad de la harina se asocia con la capacidad de sus proteínas de almacenamiento, gliadinas y gluteninas, para formar gluten. Aunque cada harina de trigo puede organizar sus proteínas de almacenamiento en una red viscoelástica, donde sus características pueden diferir enormemente según el genotipo y las condiciones ambientales (Marti y otros, 2015; Herrera, 2011).

## **2.3. Galletas**

### **2.3.1. Generalidades**

Las galletas proceden de 10 000 años atrás, momento en que se descubrió que una especie de sopa de cereales, sometida a un intenso calor, adquiriría una consistencia que permitía transportarla por largas travesías sin que se deteriorara en el trayecto (Juárez y Quispe, 2016).

La consistencia de las galletas es más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de las masas preparadas con harina con o sin leudantes, leche, féculas, sal, huevo, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados (Contreras, 2015).

Las galletas se deben envolver y empacar en material adecuado por ejemplo, bolsas de polietileno, polipropileno, papel sulfito, papel cristal que

no altere el producto y asegure su higiene y buena conservación. La calidad de todos los materiales que conforman el envase, como por ejemplo: tinta, pegamento, cartones, entre otros. Deben ser de grado alimentario (Juárez y Quispe, 2016; Navia y otros, 2014).

### **2.3.2. Clasificación de galletas**

Según Ibarra (2017) las galletas se clasifican en los siguientes tipos:

#### **Por su sabor**

- Saladas
- Dulces
- Sabores especiales

#### **Por su presentación**

- Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego del cocido.
- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.
- Revestidas: Cuando exteriormente presentan un revestimiento simple o rellenas.

#### **Por su forma de comercialización**

- Galletas envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeña cantidad.
- Galletas a granel: Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hojalata o tecnopor.

## **2.4. Ingredientes en la elaboración de la galleta**

### **2.4.1. Harina**

Es el principal componente en la elaboración de artículos de pastelería y galletería. La harina más común es la de trigo (Juárez y Quispe, 2016).

La harina blanda es ideal para galletería y pastelería, esta se diferencia por su contenido en proteína que es inferior al 9% (Ibarra, 2017).

### **2.4.2. Azúcar**

Es la sacarosa, disacárido formado por glucosa y fructuosa. El 70% del azúcar del mundo se produce a partir de la caña de azúcar y el restante 30% de la remolacha; sin embargo, cada día es más frecuente en platos y dulces preparados, encontrarse otros azúcares diferentes, sólo glucosa, sólo fructosa, básicamente de la planta de maíz o combinados con edulcorantes artificiales (Juárez y Quispe, 2016; Herrera, 2011).

Desde el punto de vista sensorial, en las galletas afecta al gusto, dimensiones, color y dureza. Además la cantidad y el tipo de azúcar influyen durante todo el proceso, desde el amasado hasta el envasado (Embuena, 2015).

### **2.4.3. Grasa**

La grasa es un ingrediente esencial en la fabricación de galletas y es el segundo componente primordial después de la harina. El uso de grasa en la masa de galleta hace que la cantidad de agua necesaria para hacer la masa sea menor, además la grasa el ingrediente responsable de la unión de todos los ingredientes, tiene misión antiaglutinante y participa en el desarrollo de la textura (Embuena, 2015). Por otro lado ayudan a mejorar las características sensoriales, haciéndola más suave, de sabor agradable y ayuda a definir el color de la galleta (Ibarra, 2017).

### **2.4.4. Sal**

El cloruro sódico o sal común se utiliza fundamentalmente por su sabor y por su propiedad de potenciar sabores. Su concentración más eficaz en las galletas es de 1-1,5% del peso de la harina, ya que a niveles superiores a 2,5% ocasiona un sabor desagradable (Embuena, 2015).

### **2.4.5. Huevo**

Es una célula importante nutricionalmente, por su contenido de vitaminas y minerales como: Vitaminas A, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, B<sub>9</sub> (ácido fólico), zinc,

colina, lecitina; su función es como emulsificante en la preparación de galletas (Herrera, 2011; García y Pacheco, 2007).

#### **2.4.6. Leudante**

Los agentes leudantes químicos actúan en presencia de líquidos y temperaturas. Algunos reaccionan por la sola hidratación (agua, jugos de fruta o leche); en estos casos, las masas deben hornearse en cuanto se terminan de elaborar. Otros en cambio, comienzan a desarrollar su poder leudante cuando entran en el horno, pues poseen componentes que se activan con el calor, por ejemplo el polvo de hornear contiene bicarbonato de sodio, sulfato de sodio y aluminio (Fernández, 2015).

#### **2.4.7. Leche en polvo**

La leche en polvo contribuye a la textura, gusto, color de superficie y le aporta un valor nutricional extra. Los aminoácidos provenientes de la leche favorecen las reacciones del pardeamiento durante el horneado, contribuyen a la obtención del color y el aroma deseado. Actualmente la mayoría de la leche utilizada en galletas es en polvo, dada su facilidad de manejo y bajo contenido en humedad, lo que prolonga la vida útil de la galleta (Embuena, 2015).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

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

#### 3.2. Materiales

- Harina de trigo especial; marca Nicolini se adquirió del mercado Mayorista de Trujillo.
- La cañihua en grano; marca Tesoros del Inca se adquirió en la tienda Biobodega.
- Azúcar refinada. Marca Cartavio
- Leche en polvo descremada. Marca Gloria
- Manteca industrial. Marca La Danesa
- Bicarbonato de sodio. Marca Montana
- Bicarbonato de amonio. Marca Montana
- Sal yodada. Marca Emsal
- Esencia de vainilla. Marca Negrita
- Ácido sulfúrico.  $H_2SO_4$  (1.25%)
- Hidróxido de sodio.  $NaOH$  (1.25%)
- Ácido bórico.  $H_3BO_3$  (4%)
- Ácido clorhídrico.  $HCl$  (0.1N)
- Reactivo de Folin-Ciocalteu. Marca Merck.
- Ácido gálico. Marca Merck
- Etanol – 80%

### **3.3. Instrumentos**

- Balanza analítica. Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad 210 g, aprox. 0.0001 g.
- Balanza electrónica, marca Ohaus. Modelo TAJ602. Capacidad 600 g, aprox. 0.01 g.
- Texturómetro Instron modelo 3342: Capacidad de carga de 0.5 kN (112 lbf). Espacio de ensayo vertical de 651 mm (25.6 pulgadas).

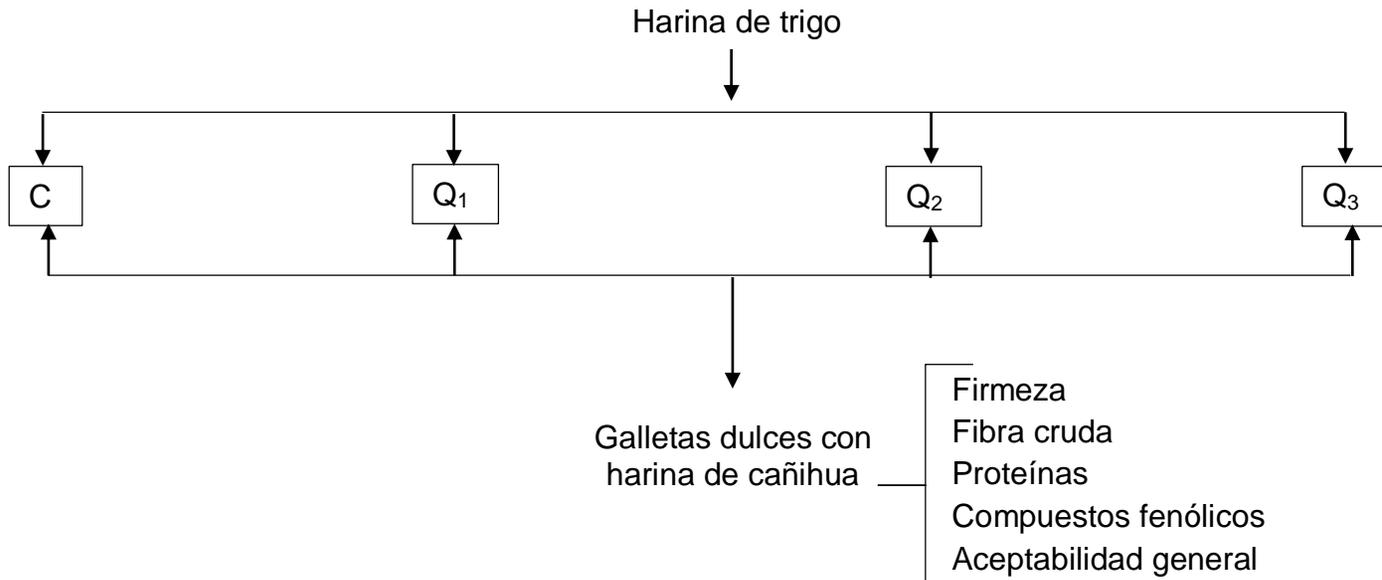
### **3.4. Equipos**

- Horno a convección rotativo. Marca Nova. Modelo Max750.
- Estufa de convección de aire. Marca Imaco.
- Molino de martillos. Marca S&S Megatek SAC
- Tamiz N.º 40. Marca Tyler.
- Mufia. Marca Terrigeno. Rango 100 a 1100°C.
- Selladora. Marca Fischbein.

### **3.5. Método experimental**

#### **3.5.1. Esquema experimental para la evaluación de galletas dulces con harina de cañihua**

La Figura 1 muestra el esquema experimental para la evaluación de las galletas elaboradas con harina de cañihua. La variable independiente es el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cañihua y las variables dependientes son la firmeza, contenido de fibra cruda, proteínas, compuestos fenólicos y aceptabilidad general.



Leyenda:

- C: Sustitución de harina de trigo con 0% harina de cañihua
- Q<sub>1</sub>: Sustitución de harina de trigo con 15% harina de cañihua
- Q<sub>2</sub>: Sustitución de harina de trigo con 20% harina de cañihua
- Q<sub>3</sub>: Sustitución de harina de trigo con 25% harina de cañihua

Figura 1. Esquema experimental para la evaluación de galleta dulce con sustitución de harina de cañihua.

### 3.5.2. Procedimiento experimental para la obtención de harina de cañihua

En la Figura 2 se muestra el diagrama de flujo para la obtención de harina de cañihua

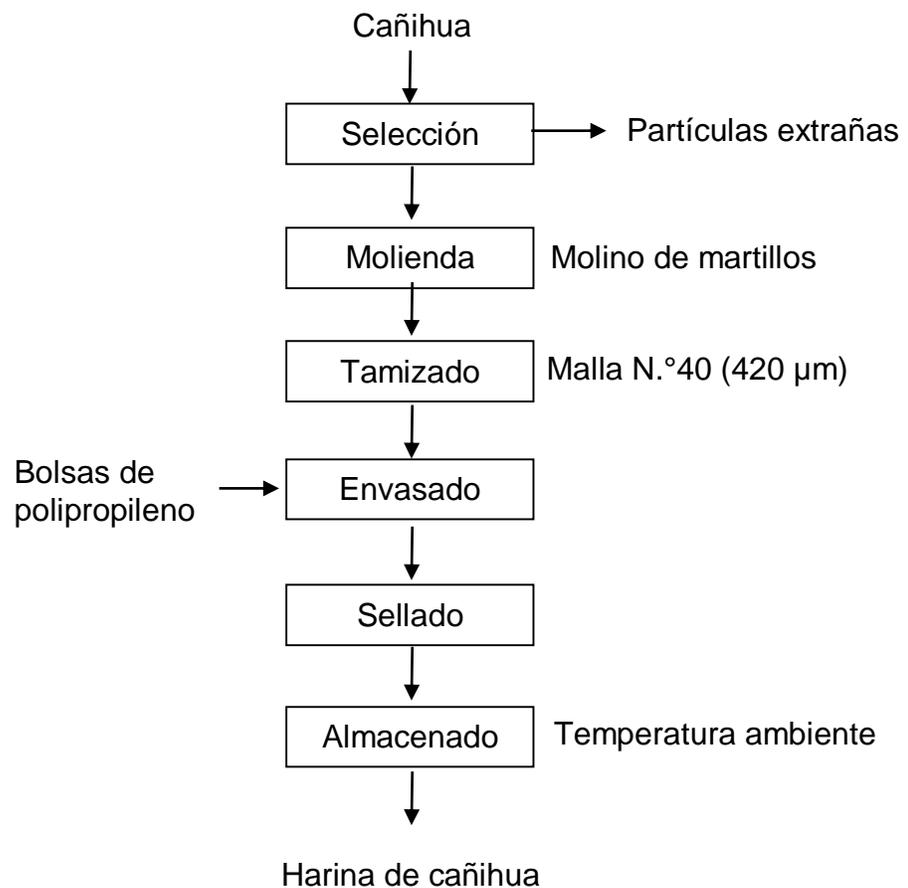


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cañihua

A continuación, se describe cada una de las etapas para la elaboración de la harina de cañihua (Bazán y otros, 2015; Moscoso y otros, 2017)

**Recepción.** Se recepcionó la cañihua marca Tesoros del Inka, se adquirió de la tienda Biobodega.

**Selección.** Se limpió de materiales extraños como piedras u otras semillas, en forma manual.

**Molienda.** Las semillas de cañihua se molieron en un molino de martillos para la reducción del tamaño de las partículas.

**Tamizado.** A la harina se sometió a un tamizado con una malla Tyler N.º40 (420µm)

**Envasado.** Se envasó la harina tamizada en una bolsa de polipropileno

**Almacenado.** Se almacenó a temperatura ambiente durante 24 h aproximadamente hasta el momento de elaboración de las galletas

### **3.5.3. Procedimiento experimental para la elaboración de galletas dulces con harina de cañihua**

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces con harina de cañihua basado en Bazán y otros (2015)

La descripción del diagrama de flujo se presenta a continuación:

**Pesado.** Se pesaron los ingredientes a utilizarse durante el proceso, según cada formulación y se tuvo en cuenta la sustitución de harina de trigo por harina de

cañihua (0, 15, 20 y 25%); este procedimiento se hizo con la ayuda de una balanza analítica.

**Mezclado I.** Se mezcló el azúcar, agua y sal durante 3 min, esto permitió la disolución de los ingredientes

**Mezclado II.** A la mezcla obtenida se le agregó la esencia de vainilla y la manteca, se mezcló durante 4 min

**Mezclado III y amasado.** Posteriormente se añadió la harina, leche en polvo, bicarbonato de sodio y el bicarbonato de amonio; se mezcló todo hasta obtener una masa compacta y uniforme.

**Laminado.** La masa se extendió y se laminó con ayuda de un rodillo, hasta obtener un espesor de 0.5 cm.

**Cortado.** La masa se cortó en piezas circulares con ayuda de un molde de metal de 5 cm de diámetro

**Horneado.** La masa moldeada se colocó en bandejas metálicas y se horneó a una temperatura de 145 °C por 12 min para su cocción.

**Enfriado.** Se dejaron enfriar a temperatura ambiente por 20 min

**Envasado.** Las galletas se envasaron en bolsas de polipropileno de 4 cuatro unidades cada una

**Sellado.** Las bolsas con su contenido fueron selladas térmicamente mediante una selladora eléctrica manual.

**Almacenado.** Las galletas se almacenaron a temperatura ambiente en un lugar seco y fresco hasta el momento de su análisis.

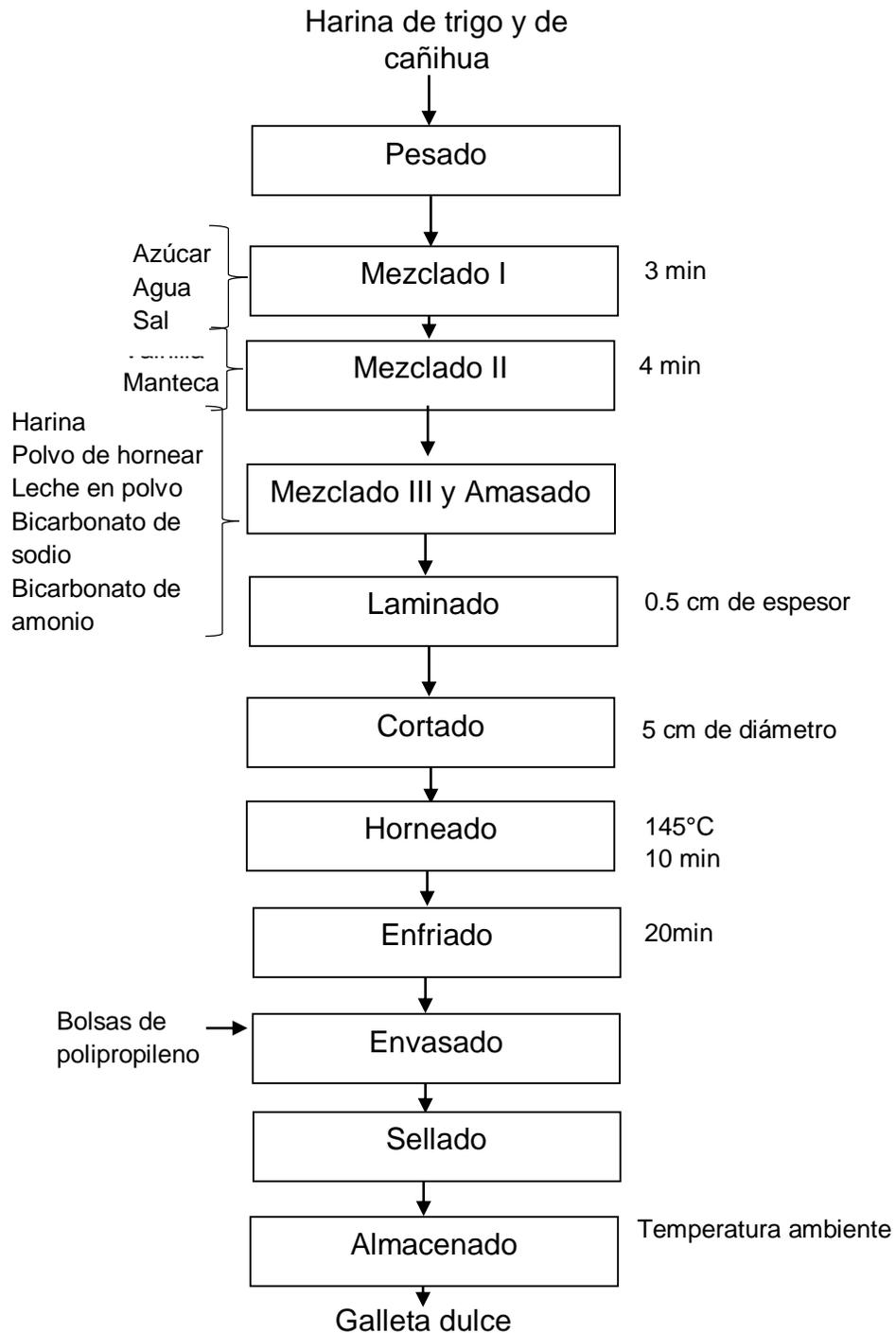


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galleta dulce con harina de cañihua

### 3.5.4. Formulación base

En el Cuadro 5, se aprecia la formulación base para la elaboración de galletas, a partir de la cual se realizaron las sustituciones con harina de cañihua basado en Pimentel (2015)

Cuadro 5. Formulación de las galletas dulces con harina de cañihua

Ingredientes	Formulación (%)			
	C	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
Harina de trigo	45.5	38.7	36.4	34.12
Harina de cañihua	0	6.8	9.1	11.38
Manteca	13.9	13.9	13.9	13.9
Azúcar	27.3	27.3	27.3	27.3
Agua	10.4	10.4	10.4	10.4
Leche en polvo	1.4	1.4	1.4	1.4
Vainilla	0.3	0.3	0.3	0.3
Sal	0.4	0.4	0.4	0.4
Bicarbonato de amonio	0.3	0.3	0.3	0.3
Bicarbonato de sodio	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 3.6. Métodos de análisis

#### 3.6.1. Firmeza

Para determinar la firmeza se utilizó el texturómetro INSTRON modelo 3342, por la fuerza máxima requerida para romper las galletas. Cada galleta se apoyó sobre una base ubicada en el centro del texturómetro y se aplicó fuerza en un punto medio hasta causar fractura. El diámetro del pistón fue de 3 mm y la velocidad de desplazamiento de 1 mm/s (Duta y Culetu, 2015)

### 3.6.2. Fibra cruda

Se empleó el método por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC, 1997), se siguió el siguiente procedimiento:

Se pesó 2 g de muestra y se transfirió a un vaso de precipitado, posteriormente se añadió 200 mL de ácido sulfúrico (1.25%) y se calentó a ebullición durante 30 min, se filtró y se lavó con agua destilada caliente, luego se transfirió la muestra a un vaso de precipitación y se añadió 200 mL de hidróxido de sodio (1.25%), se llevó a ebullición por 30 min. El material resultante se filtró y se lavó con agua destilada caliente. El residuo se llevó a la estufa a 130 °C por 2 h; después se dejó enfriar y se pesó. Se colocó en la mufla a 600 °C por 3 h aproximadamente, hasta obtener un peso constante. La determinación del contenido de fibra cruda se realizó por diferencia de pesos, según la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(Ps - Pp) - (Pc - Pcp)}{M} \times 100$$

En donde:

Ps: masa en (g) del residuo seco a 130 °C

Pp: masa en (g) de papel filtro

Pcp: masa en (g) de las cenizas del papel

M: masa de la muestra en (g)

Pc: masa en (g) de las cenizas

### 3.6.3. Proteínas

Se empleó el método A.O.A.C (1997). Con el siguiente procedimiento:

Se pesó 0.5 g de muestra, luego, se colocó en el fondo del matraz Kjeldhal, se adicionó aproximadamente 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, el matraz con la mezcla anterior se colocó en el digestor de proteínas, calentando suavemente al principio, hasta su completa oxidación, punto donde viró de color negro a verde esmeralda translucido y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se preparó el equipo de destilación, a la salida del refrigerante, en un matraz Erlenmeyer se colocó 40 mL de ácido bórico al 4%, se adicionó 3 gotas de indicador rojo de metilo. Al matraz Kjeldahl se le añadió aproximadamente 10 mL de agua destilada y 50 mL de NaOH al 40%, y fue conectado al sistema de destilación hasta el cambio de color de rojo a azul verdusco. Se tituló con solución de HCl 0.1N, virando a color rosa y se obtuvo el gasto de titulación para luego ser reemplazado en la siguiente fórmula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales.

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{\text{mL HCl} \times \text{N HCl} \times 14 \times \text{factor}}{\text{Peso de muestra (mg)}} \times 100$$

#### 3.6.4. Contenido de fenoles totales

El contenido fenólico total se midió con la ayuda del método de Folin-Ciocalteu. Se utilizaron 5 g de muestra que se homogenizó en 20 mL de etanol acuoso al 80% durante 2 h a temperatura ambiente, posteriormente fueron centrifugados a 4200 rpm por 15 min, el sobrenadante fue evaporado en una estufa a 60°C. Los residuos fueron disueltos en 5 mL de agua destilada; 100 µl del cual se diluyó con 3 mL de agua destilada, luego se adicionó 0.5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu. Después de 3 min, se adicionó 2 mL de solución de carbonato de sodio al 20% (p/v) y el material resultante fue mezclado

vigorosamente. La absorbancia del color desarrollado después de 1 h se midió en un espectrofotómetro de luz visible a 650 nm, usando ácido gálico como estándar, los resultados fueron expresados como mg ácido gálico/100 g de peso fresco (Vasantha y otros, 2008).

### **3.6.5. Evaluación sensorial**

La aceptabilidad general de los cuatro tratamientos de galletas dulces se evaluó por medio de una escala hedónica de nueve puntos (1 = me desagrada muchísimo, 5 = no me agrada ni me desagrada, 9 = me agrada muchísimo) en cada muestra. Para medir la aceptabilidad general se contó con 30 panelistas no entrenados (Cutullé y otros, 2012; Fernández y otros, 2016)

En la Figura 4, se muestra la cartilla para la evaluación de aceptabilidad general de las galletas dulces con harina de cañihua.

### **3.6.6. Análisis estadístico**

El método estadístico correspondió a un diseño unifactorial con cuatro repeticiones. Para la evaluación de los datos de las variables paramétricas (firmeza, fibra cruda, proteínas y contenido de fenoles totales) de las galletas dulces se aplicó la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas, seguido del análisis de varianza (ANVA), y posteriormente, al existir diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento. Para la evaluación de los datos de las variables no paramétricas se aplicó la prueba de Friedman.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos y figuras se utilizó el software especializado Statistical Analysis System (SAS) versión 9.2

**Prueba de aceptabilidad general de galletas dulces con harina de cañihua**

Nombre:..... Fecha: .....

**Instrucciones:** Pruebe la galleta dulce que se le ha proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo con el nivel de agrado o desagrado que le produzca.

Comentarios.....  
.....

Escala	Muestras			
	274	462	638	173
Me agrada muchísimo	—	—	—	—
Me agrada mucho	—	—	—	—
Me agrada moderadamente	—	—	—	—
Me agrada poco	—	—	—	—
No me agrada ni me desagrada	—	—	—	—
Me desagrada poco	—	—	—	—
Me desagrada moderadam	—	—	—	—
Me desagrada mucho	—	—	—	—
Me desagrada muchísimo	—	—	—	—

evaluación para la prueba de aceptabilidad general en las galletas dulces con harina cañihua.

Figura 4.

Ficha de

**IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces

En la Figura 5, se muestra la firmeza (N) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces. Los resultados oscilaron entre 20.87 a 30.47 N. La muestra con sustitución de 25% obtuvo la menor firmeza mientras que la muestra control obtuvo el mayor valor con 33.74 N. En el Anexo 1 se muestra los resultados de esta variable.

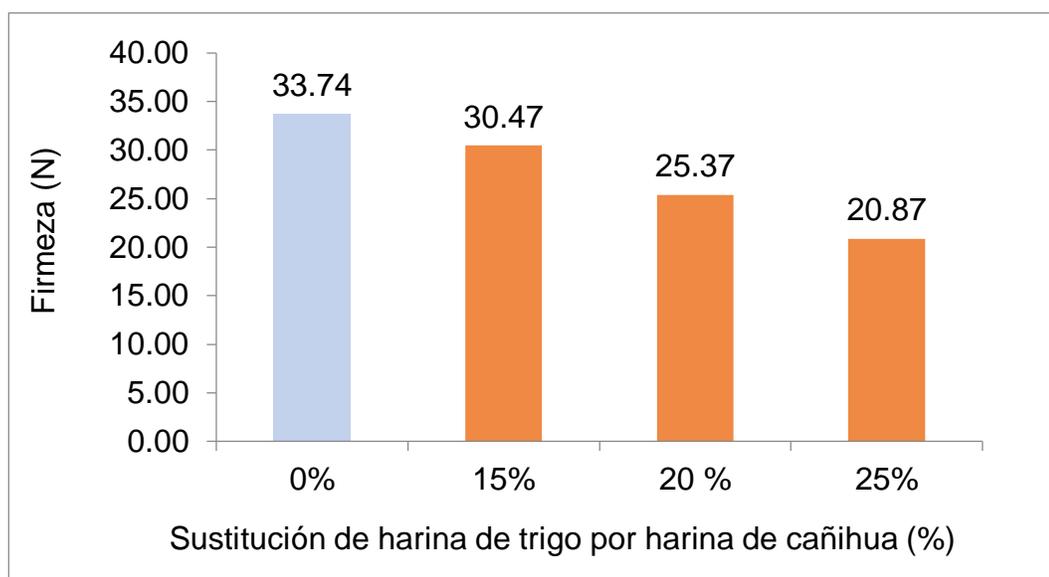


Figura 5. Firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces

Chauhan y otros (2015) utilizaron harina de grano de amaranto crudo y germinado, ambos al 100%, además de su muestra control con 100% harina de trigo. Reportaron valores de firmeza de 42 N para amaranto germinado y 50.53 N para amaranto crudo, mientras que la muestra control obtuvo 92.25 N. Los resultados fueron mayores a los obtenidos en la presente investigación, sin

embargo, tienen el mismo comportamiento con respecto a la muestra control que tiene valores más altos comparados con otro tipo de harina.

Duta y Culetu (2015) sustituyeron harina de avena por salvado de avena a 0, 30, 50, 70 y 100%, obtuvieron valores de 29.35, 27.31, 25.29, 24.10 y 18.33 N respectivamente. A medida que aumentó la sustitución, disminuyó su firmeza.

La estructura de la harina de trigo es más compacta y homogénea, debido a que el tamaño de sus partículas es menor comparado a otros tipos de harinas ricas en fibra. Por lo tanto la mezcla o sustitución con otros tipos de harinas permite que las masas sean menos homogéneas y la textura final del producto como las galletas se vuelvan ásperas y quebradizas, lo que conlleva a que la textura disminuya y el producto sea fácilmente rompible (Duta y Culetu, 2015).

Las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, ya que contienen gluten. Las proteínas del gluten contribuyen a la cohesión, elasticidad y extensibilidad de la masa, capaces de retener gas; por lo tanto no hay harina sucedánea capaz de formar una masa con propiedades viscoelásticas similares (Cabeza, 2009; Villanueva, 2014)

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Levene aplicada a la firmeza de las galletas con harina de cañihua, la cual determinó la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ). Posteriormente, se procedió a realizar el análisis de varianza y la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento

Cuadro 6. Prueba de Levene para la firmeza en galletas con harina de cañihua

Variable	Levene	p
Firmeza (N)	3.205	0.063

A continuación se muestra el Cuadro 7 donde se presenta el análisis de varianza para la firmeza en galletas con harina de cañihua.

Cuadro 7. Análisis de varianza de la firmeza en galletas con harina de cañihua

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Entre grupos	384.603	3	128.201	1809.892	0.000
Dentro de los grupos	0.850	12	0.071		
Total	385.453	15			

El análisis de varianza indica que la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces tuvo efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la firmeza.

Chauhan y otros (2015) reportaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la firmeza en la elaboración de las galletas con harina de trigo, amaranto crudo y amaranto germinado.

El análisis de varianza de Duta y Culetu (2015) mostró que la sustitución de harina de avena por harina de salvado de avena presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la firmeza.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba Duncan para la firmeza en galletas dulces con harina de cañihua, la que indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo

3 se observa a las galletas con sustitución de harina de trigo por harina de cañihua al 15%, considerándose el mejor tratamiento por presentar el valor más cercano (30.47 N), al compararse, con la muestra control (33.74 N). Además se comparó con 41.06 N, que fue el valor determinado de una galleta comercial con harina de quinua.

Cuadro 8. Prueba de Duncan para la firmeza en galletas dulces con harina de cañihua

Harina de cañihua (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
25	20.87			
20		25.37		
15			30.47	
0				33.74

#### 4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre el contenido de fibra cruda en galletas dulces

En la Figura 6, se muestran los resultados del contenido de fibra cruda en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces, se observa un incremento en el contenido de fibra a medida que aumentó la sustitución, reportándose valores desde 1.31 hasta 2.04% mientras que el control obtuvo 1.07%. En el Anexo 1, se reportan los resultados completos de esta variable.

Paucar (2014) evaluó el efecto de sustitución parcial de harina de trigo por harina de bagazo de naranja en galletas a 0, 5, 10 y 15%, reportó valores de 1.43, 3.75, 3.90 y 4.05% de fibra cruda; respectivamente. Los cuales son mayores a los obtenidos en la presente investigación.

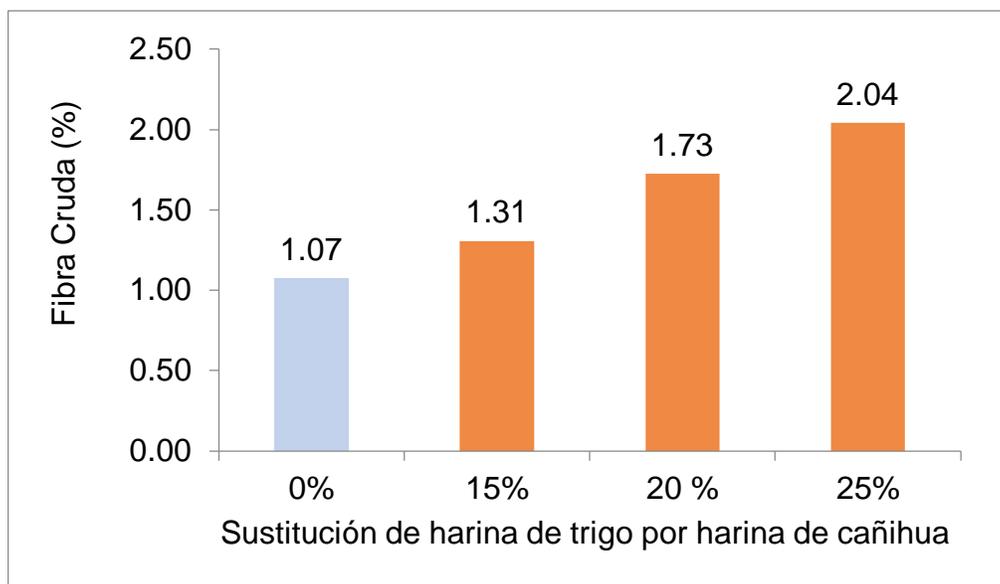


Figura 6. Fibra cruda en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces

Pimentel (2015) evaluó el efecto de sustitución parcial de harina de trigo por harina de brácteas de alcachofa en galletas dulces a 0, 3, 6, 9 y 12%. Obtuvo un aumento significativo de fibra cruda a medida que aumentaban las sustituciones, reportó valores de 0.39, 2.49, 6.53, 9.36 y 11.74%; respectivamente, los cuales son mayores a los obtenidos en el presente estudio; sin embargo ambos estudios mostraron la misma tendencia.

La cañihua contiene de 6.41 a 6.91% de fibra cruda, el elevado contenido de fibra en este grano se debe a la presencia de perigonios que envuelven el grano, como un mecanismo de protección frente a las condiciones ambientales. La fibra es un componente imprescindible en una dieta sana y equilibrada debido a que ofrecen beneficios nutricionales (Tacora y otros, 2010; Pauro, 2017).

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en galletas dulces con harina de cañihua, la cual mostró la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ). Posteriormente, se procedió a realizar el análisis de varianza y la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 9. Prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en galletas dulces con harina de cañihua

Variable	Levene	p
Fibra cruda (%)	0.479	0.703

En el Cuadro 10, se presenta el análisis de varianza para el contenido de fibra cruda galletas dulces con harina de cañihua, el cual indica efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua.

Cuadro 10. Análisis de varianza del contenido de fibra cruda en galletas con harina de cañihua

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
Entre grupos	2.241	3	0.747	229.846	0.000
Dentro de los grupos	0.039	12	0.003		
Total	39.835	15			

Paucar (2014) reportó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja sobre el contenido de fibra cruda en galletas.

En el análisis de varianza de Pimentel (2015) señala que la sustitución de harina de trigo por harina de brácteas de alcachofa presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el contenido de fibra cruda en galletas dulces.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en galletas dulces con harina de cañihua. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4, se observa al tratamiento con sustitución al 25% que presentó el mayor contenido con 2.04%, siendo escogido como el mejor tratamiento.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda en galletas dulces con harina de cañihua

Harina de cañihua (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0	1.07			
15		1.31		
20			1.73	
25				2.04

#### **4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre el contenido de proteínas en galletas dulces**

En la Figura 7, se presenta los resultados del contenido de proteínas en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces. Se observa un incremento en el contenido de proteínas a medida que aumentó la sustitución, reportando valores desde 8.58 hasta 10.78% y el control con 5.48%. En el Anexo 1, se reportan los resultados completos de la variable.

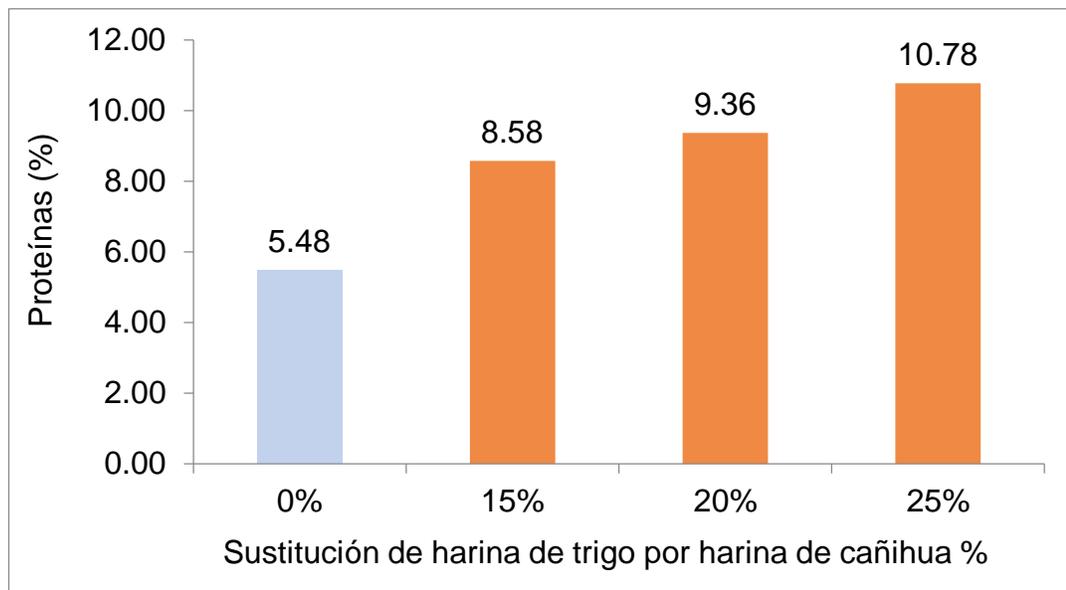


Figura 7. Contenido de proteínas en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces

Duta y Culetu (2015) elaboraron galletas sustituyendo harina de avena por salvado de avena a 0, 30, 50, 70 y 100%. Obtuvieron valores de 11.92, 12.5, 13.28, 13.47 y 13.82% de proteína; respectivamente, en tanto que García (2016) evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en galletas a 0, 10, 15 y 20% y obtuvo valores de 8.22, 16.16, 17.63 y 19.6% de proteínas, ambos estudios reportaron valores mayores a los obtenidos en el presente estudio; sin embargo, mostraron el mismo comportamiento a medida que aumentaron los niveles de sustitución.

Los granos andinos como la cañihua se consideran completos por su valor nutritivo y calidad biológica, con mucha cantidad de proteínas (16.2-18.7%), en comparación, a otros cereales como trigo que contiene de 9.61-15.4%, arroz con 7.4-9.9% y maíz con 9.2-13% (Moscoso y otros, 2017). Además; contiene una proporción importante de aminoácidos esenciales entre los que destaca la lisina (7.1%) y presenta dos veces más que en el trigo (Juárez y Quispe, 2016). Esto explica la obtención de un porcentaje mayor de proteínas en las galletas de cañihua, por lo que se puede considerar a este grano como una fuente importante de proteínas.

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Levene para el contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua.

Cuadro 12. Prueba de Levene para el contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua

Variable	Levene	p
Proteínas (%)	5.041	0.093

La prueba de Levene determinó homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ) en el contenido de proteínas, seguidamente, se procedió a realizar el análisis de varianza y la prueba Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza para el contenido de proteínas en galletas con harina de cañihua, el cual indica efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua.

Duta y Culetu (2015) reportaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de avena por salvado de avena sobre el contenido de proteínas en galletas dulces.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Entre grupos	60.274	3	20.091	393.357	0.000
Dentro de los grupos	0.613	12	0.051		
Total	60.887	15			

García (2016) reportó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de la harina de trigo por harina de tarwi sobre el contenido de proteínas en galletas tipo soda.

En el Cuadro 14, se muestra la prueba Duncan aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4, se encuentra la sustitución del 25% que presentó el mayor valor con 10.78%, siendo escogido como el mejor tratamiento.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas en galletas dulces con harina de cañihua

---

Subgrupo

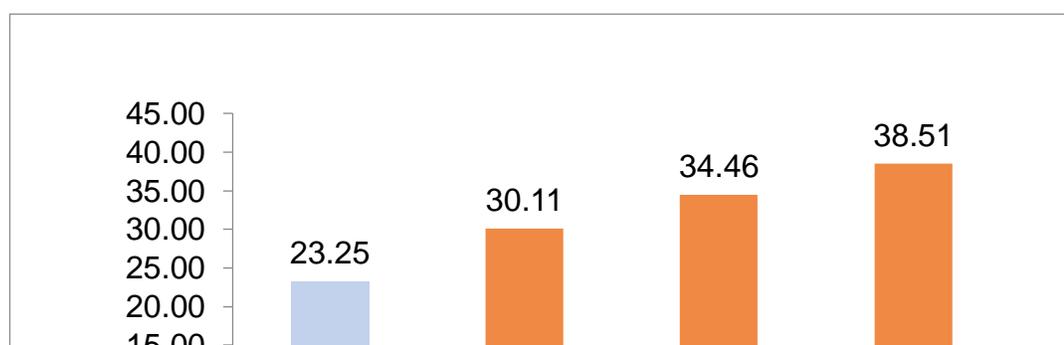
---

Harina de cañihua (%)	1	2	3	4
0	5.48			
15		8.58		
20			9.36	
25				10.78

#### 4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces

En la Figura 8, se presenta los resultados del contenido de compuestos fenólicos en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces. Se observa un incremento en el contenido de compuestos fenólicos conforme aumentó la sustitución, con valores de 30.11 a 38.51 mg AG/100 g de producto, en tanto que el control obtuvo 23.25 mg AG/100 g de producto. En el Anexo 1, se reportan los resultados completos de la variable.

Arteaga (2015) evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo a 0, 10, 20 y 30% en muffins. Reportó valores de 9.8, 13.43, 15.69 y 22.48 mg AG/100g respectivamente, los cuales fueron similares a los obtenidos por Pereyra (2017), quien reportó valores de 15.02, 18.65, 21.38 y 28.51 mg AG/100g al sustituir harina de trigo por residuos de limón en polvo en muffins a 0, 5, 10 y 15%.



Compuestos Fenólicos (mg AG/100g)

Figura 8. Contenido de compuestos fenólicos en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces

Rocchetti y otros (2019) determinaron el efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de semilla de alfalfa en galletas a 0, 30 y 45%. Obtuvieron valores de 15.22, 42.28 y 56.66 mg AG/100g, respectivamente.

Salinas (2018) determinó el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cascarilla de cacao en polvo en muffins a 0, 5, 10 y 15%. Obtuvo valores de 38.95, 46.56, 61.15 y 65.18 mg AG/100g, respectivamente.

Los tres primeros estudios obtuvieron resultados similares a la presente investigación a diferencia de lo reportado por Salinas (2018) quien obtuvo resultados mayores, debido a que la materia prima utilizada en su estudio contiene 2330 mg AG/100g, mientras que la cañihua 70.82 mg AG/100g (Repo y Encina (2008)

Los compuestos fenólicos se ven afectados por los tratamientos térmicos, estas pérdidas se pueden dar por efecto combinado de oxidación, isomerización y degradación. Además, la pérdida de fenoles se puede dar por el

uso del molino de martillos y el refinado para la obtención de la harina; ya que estos compuestos se encuentran en las capas más externas del grano (Zapata y otros, 2013; Chanamé y otros, 2017)

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Levene para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua.

Cuadro 15. Prueba de Levene para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua

Variable	Levene	p
Compuestos fenólicos (mg AG/100g)	1.760	0.208

La prueba de Levene determinó homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ) en el contenido de compuestos fenólico. A continuación, realizó el análisis de varianza y la prueba Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

En el Cuadro 16, se presenta el análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua, el cual indica efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua.

Arteaga (2015) reportó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución parcial de harina de trigo por cáscara de uva en polvo sobre el contenido de fenoles en muffins.

Cuadro 16. Análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Entre grupos	511.244	3	170.414	275.112	0.000
Dentro de los grupos	7.433	12	0.619		
Total	518.677	15			

Pereyra (2017) reportó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución parcial de harina de trigo por residuos de limón en polvo sobre el contenido de fenoles en muffins.

Salinas (2028) reportó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascarilla de cacao en polvo sobre el contenido de fenoles en muffins.

En el Cuadro 17, se muestra la prueba Duncan aplicada al contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4, se encuentra la sustitución del 25% que presentó el mayor valor con 38.51 mg AG/100 g siendo escogido como el mejor tratamiento.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para el contenido de compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua

Harina de cañihua (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4

0	23.25		
15		30.11	
20			34.46
25			38.51

#### 4.5. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua sobre la aceptabilidad general en galletas dulces

En la Figura 9, se presenta los resultados de la aceptabilidad general en función a la moda de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces. Se observa que todas las sustituciones obtuvieron una moda de 8 a diferencia de la muestra control con una moda de 9. Además, la muestra con 20% de sustitución obtuvo mayor aceptabilidad con 7.73 puntos, seguido por los tratamientos con 15% y la muestra control, los cuales obtuvieron 7.57 y 7.47 puntos respectivamente. En el Anexo 1, se reportan los resultados completos de la variable.

Duta y Culetu (2015) elaboraron galletas sustituyendo harina de avena por salvado de avena a 0, 30, 50, 70 y 100%. Reportaron puntuaciones de 7.0, 6.3, 6.2, 6.2 y 5.6, respectivamente.

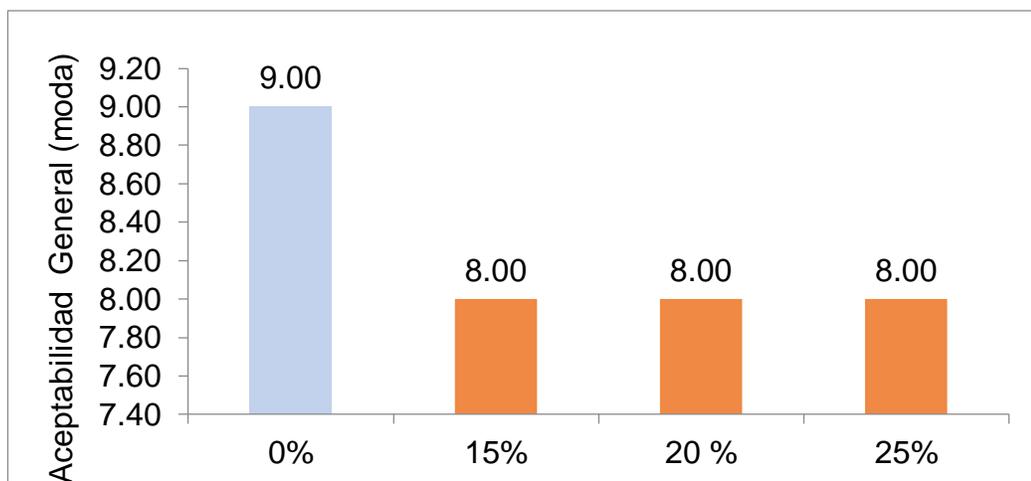


Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua en galletas dulces.

Sharma y Gujral (2013) evaluaron el efecto de sustitución de harina de trigo por harina de cebada al 0, 25, 50, 75 y 100%. La aceptabilidad general de las galletas disminuyó con el incremento de las sustituciones; sin embargo, las galletas preparadas con 100% harina de cebada se mantuvieron aceptables con una puntuación de 7.1.

García (2016) evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en galletas a 0, 20, 15 y 10%. Obtuvo puntuaciones de 3.39, 2.44, 2.27 y 1.90, respectivamente.

Machuca y Meyhuay (2017) evaluaron el efecto de la sustitución del 50% harina de trigo por harina de arroz y de lenteja, usaron tres tratamientos T1: 50% harina de trigo, 30% harina de arroz, 20% harina de lenteja; T2: 50% harina de trigo, 25% harina de arroz, 25% harina de lenteja; T3: 50% harina de trigo, 20% harina de arroz, 30% harina de lenteja. Usaron una escala hedónica de 7 puntos y obtuvieron puntuaciones de 5.10, 5.13 y 5.03, respectivamente.

A medida que aumenta la adición de fibra, disminuye la aceptabilidad general; esto está asociado con el esfuerzo de masticar y a la dureza del producto (Duta y Culetu 2015)

En el Cuadro 18 se presenta la prueba de Friedman que determinó que no existió diferencia ( $p > 0.05$ ) entre las muestras evaluadas; además, cabe destacar que todas las galletas con harina de cañihua presentaron una moda de 8, perteneciendo a la percepción de me agrada mucho.

Cuadro 18. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en Galletas dulces con harina de cañihua

Harina de cañihua (%)	Rango promedio	Promedio	Moda
0	2.33	7.47	9
15	2.47	7.57	8
20	2.78	7.73	8
25	2.42	7.3	8
Chi-cuadrado			2.762
p			0.430

Duta y Culetu (2015) reportaron que no existió efecto significativo ( $p > 0.05$ ) de la sustitución de harina de avena por salvado de avena sobre la aceptabilidad general en galletas.

Machuca y Meyhuay (2017) reportaron que no existió efecto significativo ( $p > 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de arroz y de lenteja sobre la aceptabilidad general en galletas.

## V. CONCLUSIONES

La sustitución de harina de trigo por harina de cañihua presentó efecto significativo sobre la firmeza, el contenido de fibra cruda, proteínas y compuestos fenólicos.

Se determinó que la mejor sustitución de harina de trigo por harina de cañihua fue la de 25% debido a que obtuvo el mayor contenido de fibra cruda, proteínas, compuestos fenólicos y no se encontró diferencias significativas al comparar los tratamientos en aceptabilidad general.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Determinar el contenido de fibra, proteínas y fenoles totales en la harina de cañihua.

Evaluar la elaboración de galletas con sustitución de harina de trigo por otros cereales andinos como centeno, chía, soya, con adición de subproductos agroindustriales que potencien su actividad antioxidante.

Investigar la utilización de cañihua en otros productos alimenticios como barras energéticas, bebidas fortificadas, muffins; debido a sus beneficios nutricionales y funcionales.

Evaluar el tiempo de vida útil de la galleta elaborada con diferentes tipos de empaques como: bolsas de aluminio, cajas de cartón, bolsas de papel, entre otros.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

Arteaga, P. 2016. Efecto de la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva (*Vitis vinifera*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en muffins. Tesis para obtener el grado de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

A.O.A.C. (1997). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17ava Edición. Arlington. Virginia, USA.

Apaza, M. 2010. Manejo y Mejoramiento de kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Perú.

Bartolo, D. 2013. Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Revista de Investigación Universitaria, 2(1): 47-53.

Bazán G., Gabrielli, R., Acosta, D. y Rojas, J. 2015. Galletas de buena aceptabilidad a base de harina de arroz (*Oriza sativa*) y harina de papa (*Solanum tuberosum*) variedad parda pastosa. Agroindustrial Science, 5(1): 69-75.

Bravo, R., Valdivia, R., Andrade, K., Paludosi, S. y Jager, M. 2010. Granos andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y kiwicha en Perú. Bioversity International. Roma, Italia.

Cabeza, S. 2009. Funcionabilidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Tesis para obtener el título de Master en Seguridad y Biotecnología Alimentaria. Universidad de Burgos. Burgos, España.

Chanamé, C. y Cruz, M. 2017. Capacidad antioxidante in vitro de extractos fenólicos libres y ligados en harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Tesis para obtener el título de Licenciada en Nutrición y Dietética. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.

Chauhan, A., Saxena, D. y Singh, S. 2015. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. LWT - Food Science and Technology, 63(2): 939-945.

Cutullé, B., Berruti, V., Campagna, F., Colombaroni, M., Robidarte, M., Wiedemann, A. y Vásquez, M. 2012. Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de jengibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lenteja. Diaeta, 30(138): 25-31.

Contreras, L. 2015. Desarrollo de una galleta dulce enriquecida con harina de quinua blanca (*Chenopodium quinoa*) utilizando diseño de mezclas. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

De la Vega, G. 2009. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. Temas de Ciencia y Tecnología, 13(38): 27-32.

Duta, D. y Culetu, A. 2015. Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. Journal of Food Engineering, 162: 1-8.

Embuena, M. 2015. Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa. Trabajo de fin de grado en ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Fernández, K. 2015. Manual para la pastelería fina. Universidad Nacional de Educación. Enrique Guzmán y Valle. Facultad de Agropecuaria y Nutrición. Primera edición. Editorial Imprenta Sánchez S.R.L.

Fernández, A., Rojas, E., García, A., Mejía, J. y Bravo, A. 2016. Evaluación fisicoquímica, sensorial y vida útil de galletas enriquecidas con subproductos proteicos de suero de quesería. *Revista Científica*, 26(2): 71-79.

Flores J., Miranda N. y Calderón E. 2014. Transformación de granos andinos (quinua, cañihua, amaranto y tarwi) en harinas altamente nutritivas en el departamento de Potosí. Fautapo. Potosí, Bolivia.

García, F. 2016. Efecto 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. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

García, A. y Pacheco, E. 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.) *Revista Facultad Nacional de Agronomía- Medellín*, 60(2): 4195-4212.

Guzmán, B., Cruz, D., Alvarado, J. y Mollinedo, P. 2013. Cuantificación de saponinas en muestras de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista Boliviana de Química*, 30(2): 131-136.

Herrera, V. 2011. Influencia de las harinas de trigo, plátano y haba en la elaboración de galletas integrales. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

Huamán, M. y Zevallos, K. 2018. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de café (*Coffea arabica* L.) tostado y verde en las características sensoriales y fisicoquímicas de galletas dulces. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú.

Hurtado, J. y Rodríguez, J. 2011. Elaboración de una bebida láctea enriquecida con harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaulle*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Ibarra, K. 2017. Evaluación de la aceptabilidad de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum astivum*) por harinas de chíá (*Salvia hispánica* L.) y haba (*Vicia faba*) mediante optimización por diseño de mezclas. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. Huaraz, Perú.

INEI. 2017. Desnutrición crónica infantil. Lima, Perú.

Juárez, S. y Quispe, M. 2016. Aceptabilidad y evaluación proteica de galletas integrales elaboradas con harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), lactosuero y salvado de trigo. Tesis para obtener el título de Licenciada en Nutrición Humana. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Machuca, M. y Meyhuay, F. 2017. Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de lenteja (*Lens culinaris*). Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tarma, Perú.

Mayta, A., Marza, F., Sainz, H. y Mendoza, V. 2015. Evaluación agromorfológica y análisis de componentes de rendimiento en doce accesiones de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Journal of the Selva Andina Biosphere, 3(2): 58-74.

Marti, A., Ulrici, A., Foca, G., Quaglia, L y Ambrogina, M. 2015. Characterization of common wheat flours (*Triticum aestivum* L.) through multivariate analysis of conventional rheological parameters and gluten peak test indices. Food Science and Technology, doi: 10.1016/j.lwt.2015.05.029.

Montero, C. 2018. Nota Técnica de granos andinos. Minagri. Lima, Perú.

Moscoso, G., Zavaleta, A., Mujica, A., Santos, M. y Calixto, R. 2017. Fraccionamiento y caracterización electroforética de las proteínas de la semilla de kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Revista Chilena de Nutrición, 44(2): 144-152.

Murillo, S. 2018. Características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos de galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencia de los Alimentos. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú.

Navia, D., Ayala, A. y Villada, H. 2014. Interacciones empaque-alimento: migración. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 33(25): 99-113.

Paucar, U. 2014. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L.). Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del centro del Perú. Satipo, Perú.

Pauro, T. 2017. Evaluación del comportamiento de almidones y harinas de dos variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) procesada para la preparación de harinas precocidas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Pereyra, M. 2017. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por residuos de limón (*Citrus aurantifolia*) en polvo sobre la características fisicoquímicas y aceptabilidad general en muffins de vainilla. Tesis para obtener el grado de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Pimentel, L. 2015. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Punia, S., Sandhu, K. y Sihora, A. 2017. Difference in protein content of wheat (*Triticum aestivum* L.): Effect on functional, pasting, color and antioxidant properties. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, doi: 10.1016/j.jssas.2017.12.005.

Repo, R. y Encina, C. 2008. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Revista de la Sociedad Química del Perú, 74(2): 85-99.

Rocchetti, G., Senizza, A., Gallo, A., Lucini, L., Giuberti, G., Patrone, V. 2019. In vitro large intestine fermentation of gluten-free rice cookies containing alfalfa seed (*Medicago sativa* L.) flour: A combined metagenomic/metabolomic approach. Food Research International, 120: 312-321.

Salinas, L. 2018. Efecto de la sustitución de harina de trigo por (*Triticum aestivum*) por cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en muffins. Tesis para obtener el grado de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Sharma, P. y Gujral, H. 2013. Cookie making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties. LWT - Food Science and Technology, 55: 301-307.

Shotts, M., Plans, M., Rossell, C. y Rodríguez, L. 2018. Authentication of indigenous flours (quinoa, amaranth and kañiwa) from the Andean region using a portable ATR-Infrared device in combination with pattern recognition analysis. Journal of Cereal Science, doi: 10.1016/j.jcs.2018.04.005.

Sotelo, L., Alvis, A. y Arrázola, G. 2015. Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), determinación de su capacidad antioxidante. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 9(1): 124-134.

Tacora, R., Luna, G., Bravo, R., Mayta, H., Choque, M. e Ibañez, V. 2010. Efecto de la presión de expansión por explosión y temperatura de tostado en algunas características funcionales y fisicoquímicas de dos variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Journal de Ciencia y Tecnología Agraria*, 2(1): 188-198.

Utrilla, R. 2012. Desarrollo de galletas con bajo contenido de carbohidratos digeribles a partir de cereales integrales y plátano en estado inmaduro. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. Yautepec, México.

Vasanth, H. Wang, L. Huber, G. y Pitts, N. 2008. Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*.107:1217–1224

Villanueva, R. 2014. El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. *Ingeniería Industrial*, 32: 231-246

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las evaluaciones de firmeza, fibra cruda, proteínas y compuestos fenólicos en galletas dulces con harina de cañihua

Harina de cañihua (%)	Repeticiones	Firmeza	Fibra cruda	Proteínas (%)	Compuestos fenólicos (mg AG/100g)
0	1	33.69	0.99	5.76	23.107
	2	33.89	1.17	5.19	24.540
	3	33.90	1.08	5.76	22.702
	4	33.48	1.04	5.19	22.665
	Promedio	33.74	1.07	5.48	23.254
15	1	30.06	1.38	8.66	30.202
	2	30.75	1.23	8.50	30.276
	3	30.19	1.30	8.66	29.835
	4	30.88	1.31	8.50	30.129
	Promedio	30.80	1.31	8.58	30.110
20	1	25.40	1.66	9.32	34.504
	2	25.53	1.77	9.48	33.548
	3	25.02	1.73	9.23	34.210
	4	25.53	1.74	9.42	35.570
	Promedio	25.37	1.73	9.36	34.458
25	1	20.99	2.08	10.40	37.629
	2	20.99	2.06	10.98	39.393
	3	20.76	2.01	10.74	37.702
	4	20.75	2.01	10.98	39.320
	Promedio	20.87	2.04	10.78	38.511

Anexo 2. Calificaciones de las pruebas sensoriales para la aceptabilidad general en galletas con harina de cañihua.

Panelistas	Harina de cañihua (%)			
	0	15	20	25
1	9	7	8	7

2	7	7	8	8
3	7	7	5	8
4	6	6	7	6
5	9	9	9	9
6	7	8	8	8
7	9	9	9	9
8	8	8	8	8
9	8	8	9	4
10	8	8	6	7
11	7	8	6	7
12	8	7	8	6
13	9	7	7	8
14	7	9	9	9
15	9	8	9	6
16	5	6	8	7
17	9	8	7	7
18	5	7	8	8
19	9	9	7	8
20	6	8	7	8
21	6	7	8	5
22	6	7	8	5
23	8	8	8	6
24	7	6	8	8
25	8	8	9	8
26	8	9	8	9
27	9	6	6	7
28	7	7	8	8
29	6	8	8	7
30	7	7	8	8
Promedio	7.47	7.57	7.73	7.30

Anexo 3. Vistas fotográficas de la elaboración de galletas dulces con harina de cañihua.



Figura A. Evaluación de firmeza en galletas



Figura B. Evaluación de fibra en galletas



Figura C. Evaluación de compuestos fenólicos en galletas