

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



**Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por  
harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y cáscara de piña (*Ananas  
comosus*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y  
sensoriales en muffins**

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

**INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

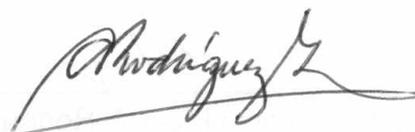
**MELISSA REBECA FERNANDA VALVERDE ARMAS**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2020**

APROBACION POR EL JURADO DE TESIS

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



---

Ing. Dr. Antonio Rodríguez Zevallos  
PRESIDENTE



---

Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez  
SECRETARIO



---

Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna  
VOCAL



---

Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta  
ASESOR

## DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas que necesitaba para culminar con esta etapa universitaria, por no abandonarme y enseñarme a ver las cosas diferentes.

A mis padres: Rosmery y Carlos por ese amor incondicional, su paciencia y su insistencia durante todo este tiempo.

A mis hermanos, Claudia y Diego, por el cariño y empuje que nunca faltaron.

A mis amigos que estuvieron presentes de alguna u otra manera apoyándome y resolviendo mis dudas.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitir que siga avanzando profesionalmente y darme la seguridad y confianza para poder concluir con esta investigación y así la etapa universitaria.

A mi asesor el Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta, por su confianza, paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta investigación que me fueron de gran ayuda.

A los miembros del jurado Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos, Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez, Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna por sus observaciones y sugerencias para la mejora de este trabajo de investigación.

A la Ing. María Luisa Hayayumi Valdivia, responsable del laboratorio de Industrias Alimentarias, por su tiempo y su paciencia en la realización de la parte experimental de esta investigación.

A mis docentes por brindarme sus enseñanzas, en el transcurso de la etapa universitaria, que me servirán en mi desarrollo profesional y personal.

## ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
INDICE GENERAL .....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFIA.....	16
2.1. Piña.....	16
2.1.1 Definición.....	16
2.1.2 Origen.....	17
2.1.3 Variedades y características.....	18
2.1.4 Valor nutritivo y propiedades de la cáscara de piña .....	20
2.1. Quinua .....	20
2.1.1 Definición.....	20
2.1.2 Valor nutricional.....	21
2.1.3 Usos y aplicaciones industriales.....	22
2.1.4 Valor nutricional de harina de quinua .....	24
2.2. Subproductos agroindustriales.....	25
2.2.1 Fibra dietética.....	27

2.2.2	Aprovechamiento de los residuos de frutas y hortalizas para la obtención de fibra dietética .....	28
2.2.3	Compuestos antioxidantes .....	30
2.3	Muffins .....	30
2.3.1	Definición y características .....	30
2.3.2	Origen.....	32
2.3.3	Partes principales de muffins.....	32
2.3.4	Valor nutricional de muffins .....	33
2.3.5	Ingredientes para la elaboración de muffins .....	35
2.4	Evaluación sensorial .....	38
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1	Lugar, materia prima e instrumentos .....	40
3.1.1	Lugar de ejecución .....	40
3.1.2	Materia prima.....	40
3.1.3	Insumos .....	40
3.1.4	Reactivos.....	41
3.1.5	Instrumentos.....	41
3.1.6	Equipos.....	41
3.1.7	Otros.....	41
3.2	Métodos .....	42
3.2.1	Esquema experimental para elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	42
3.2.2	Procedimiento experimental para la obtención de cáscara de piña en polvo .....	44
3.2.3	Procedimiento experimental para la elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.....	45
3.3	Métodos de análisis .....	48

3.3.1 Firmeza.....	48
3.3.2 Color.....	48
3.3.3 Fibra cruda .....	48
3.3.4 Proteínas.....	49
3.3.5 Aceptabilidad general .....	50
3.3.6 Análisis estadístico .....	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre la firmeza en muffins. ....	54
4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el color en muffins. ....	58
4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el contenido de proteínas en muffins. ....	67
4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el contenido de fibra cruda en muffins. ....	72
4.5. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre la aceptabilidad general en muffins. ....	76
V. CONCLUSIONES .....	80
VI. RECOMENDACIONES.....	81
VII. BIBLIOGRAFIA.....	82
VIII. ANEXOS.....	93

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de piña .....	20
Cuadro 2. Composición química de quinua y otros granos .....	22
Cuadro 3. Composición química de la harina de quinua .....	24
Cuadro 4. Porcentaje de residuos de una piña.....	27
Cuadro 5. Composición nutricional de muffins .....	33
Cuadro 6. Prueba de Levene modificada de la firmeza en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	56
Cuadro 7. Análisis de varianza de la firmeza en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.....	56
Cuadro 8. Prueba de Duncan para la firmeza (N) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	58
Cuadro 9. Prueba de Levene modificada para las características de color en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .	62
Cuadro 10. Análisis de varianza para las características de color en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	64
Cuadro 11. Prueba de Duncan para luminosidad en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.....	65
Cuadro 12. Prueba de Duncan para la cromaticidad a* en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.....	66
Cuadro 13. Prueba de Duncan para la cromaticidad b* en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	66
Cuadro 14. Prueba de Levene modificada para el contenido de proteínas en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo	69
Cuadro 15. Análisis de varianza del contenido de proteínas en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	70

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	71
Cuadro 17. Prueba de Levene modificada para el contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo	74
Cuadro 18. Análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	75
Cuadro 19. Prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	76
Cuadro 20. Prueba de Friedman en la aceptabilidad de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.....	78
Cuadro 21. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo. ....	43
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de cáscara de piña en polvo .....	44
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	46
Figura 4. Ficha para la evaluación de aceptabilidad general de muffins. ....	52
Figura 5. Firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.....	54
Figura 6. Luminosidad (L*) en función a la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.....	59
Figura 7. Cromaticidad a* en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.....	60
Figura 8. Cromaticidad b* en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.....	61
Figura 9. Contenido de proteínas en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins .....	68
Figura 10. Contenido de fibra cruda en función a la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins .....	72
Figura 11. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins .....	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las evaluaciones de firmeza, color, contenido de proteínas y contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo para muestra control .....	94
Anexo 2. Firmeza (N) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	94
Anexo 3. Color (L*, a*, b*) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.....	95
Anexo 4. Contenido de fibra cruda (%) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	96
Anexo 5. Contenido de proteínas (%) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo .....	96
Anexo 6. Aceptabilidad general en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.....	97
Anexo 7. Imágenes fotográficas del proceso de elaboración de muffin ..	98

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) (5,10 y 15%) y cáscara de piña (*Ananas comosus*) en polvo (3, 6 y 9%) sobre la firmeza, color, contenido de proteínas, contenido de fibra cruda y aceptabilidad general en muffins. Los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95%. La homogeneidad de varianzas en las variables paramétricas fue demostrada con la prueba de Levene modificada ( $p > 0.05$ ). El análisis de varianza indicó un efecto significativo de la sustitución de harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) y firmeza; para el contenido de proteínas sólo influyó la harina de quinua y para el contenido de fibra cruda, únicamente la cáscara de piña en polvo. La prueba de Friedman, presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre la aceptabilidad general entre las muestras evaluadas. Las pruebas de Duncan y Wilcoxon determinaron que el mejor tratamiento fue la sustitución de 15% de harina de quinua y 6% de cáscara de piña en polvo porque presentó mayor contenido de proteínas con 10.71% y fibra cruda con 6.69%, mayor aceptabilidad general con una moda de 8 puntos; correspondientes a una percepción de “Me agrada mucho”. Además, presentó las siguientes características de color  $L^*$  61.39,  $a^*$  1.63,  $b^*$  31.81 y firmeza de 11.05 N.

## ABSTRACT

The effect of replacing wheat flour (*Triticum aestivum*) with quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd) (5,10 and 15%) and pineapple (*Ananas comosus*) peel powder (3, 6 y 9%) on firmness, color, protein content, crude fiber content and general acceptability in muffins was evaluated. The pineapple peel was dehydrated in the laboratory of the Professional School of Food Engineering Antenor Orrego Private University, where it was weighed, milled, sieved, packaged and stored at room temperature until its subsequent use in the production of muffins. Statistical analyzes were performed at a 95% confidence level. The homogeneity of variances in the parametric variables was demonstrated with the modified Levene test ( $p > 0.05$ ). The analysis of variance indicated a significant effect of the substitution of quinoa flour and pineapple peel powder on the color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) and firmness; for protein content, only quinoa flour influenced, and for crude fiber content, only pineapple peel powder. The Friedman test showed a significant effect ( $p < 0.05$ ) of the substitution of quinoa flour and pineapple peel powder on the general acceptability among the samples evaluated. The Duncan and Wilcoxon tests determined that the best treatment was the substitution of 15% of quinoa flour and 6% of pineapple peel powder because it had a higher protein content with 10.71% and crude fiber with 6.69%, greater general acceptability with an 8-point mode; corresponding to a perception of "I really like it". In addition, it presented color characteristics ( $L^* 61.39$ ,  $a^* 1.63$ ,  $b^* 31.81$ ) and firmness of 11.05 N.

## I. INTRODUCCIÓN

Las exigencias del consumidor se están orientando hacia una comida variada y atractiva, de elaboración y consumo rápido, que aporte componentes como la fibra dietética, dada su implicancia tanto en la prevención de algunas enfermedades degenerativas y donde la apariencia y la textura sean un atractivo adicional. Una alternativa que está atravesando por estas tendencias son los productos de panadería, como los famosos muffins que actualmente se encuentran entre los productos de panificación con mayor popularidad a nivel mundial (Zolezzi, 2013).

Como en la mayoría de productos de panificación, los muffins están hechos a base de harina de trigo, harina que no es muy alta en proteínas. Sin embargo, actualmente el tema de la salud y de los productos nutritivos ha hecho crecer a la demanda de panes y pasteles especiales. Por ello, se está utilizando mezclas de harinas que contribuyan al mejoramiento del nivel nutricional en productos de panificación. Dentro de este marco ha nacido la idea del uso de la harina de quinua como sustituta parcial de la harina de trigo, aprovechando que es un producto natural y que su aporte nutricional permitirá un aumento en la cantidad de proteínas (Beltrán y Sáenz, 2014).

La quinua es uno de los granos que ha tenido mayor trascendencia mundial debido a la calidad de sus proteínas, ahora este pseudo-cereal andino es utilizado no sólo como ingrediente dentro de platos regionales, sino que debido a su aporte nutricional ha sido industrializado obteniéndola en forma de harina (Beltrán y Sáenz, 2014).

Por otro lado, la utilización de subproductos del procesado de frutas y hortalizas, es una alternativa que está tomando cada vez mayor importancia, ya que además de reducir la contaminación; son una atractiva fuente de antioxidantes naturales y de fibra dietética. Esto se debe a los

desechos que se generan durante un procesamiento industrial como son la cáscara, semillas y bagazo, presentan un contenido considerable de fibra dietética de tipo soluble, la cual tiene efectos benéficos a la salud, pues se relaciona con la disminución de glucosa y colesterol en la sangre (Romero y otros, 2010). Es por ello que se está teniendo en cuenta el uso de la cáscara de piña, ya que su fibra dietética presenta actividad antioxidante, además de presentar propiedades de sabor y color agradable, lo que la hace apropiada para mejorar la aceptabilidad de productos alimenticios suplementados (Cañas, 2011).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) (5, 10 y 15%) y cáscara de piña en polvo (*Ananas comosus*) (3, 6 y 9%) sobre la firmeza, el color, el contenido de fibra cruda, contenido de proteínas y aceptabilidad general en muffins?

Los objetivos propuestos en esta investigación fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre la firmeza, color, contenido de fibra cruda, contenido de proteínas y aceptabilidad general en muffins.

Determinar la mejor sustitución de harina de quinua y cáscara de piña en polvo que permita obtener la mejor firmeza y color, el mayor contenido de fibra cruda, mayor contenido de proteínas y aceptabilidad general en muffins.

## II. REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFIA

### 2.1. Piña

#### 2.1.1 Definición

La especie *Ananas comosus* (L.) Merrill más conocida como la piña, pertenece a la familia de las Bromeliáceas, es una planta herbácea perenne cultivada por su fruto fragante y dulce, considerado como un cultivo de gran importancia a nivel mundial por sus propiedades culinarias y medicinales. Se propaga vegetativamente por brotes laterales presentando un porcentaje de multiplicación muy lento (Llanos, 2015).

La piña es la tercera fruta tropical más importante en la producción mundial después del plátano y cítricos (FAO, 2008). El 70% de la piña producida en el mundo es consumida como fruta fresca (Llanos, 2015).

En el Perú es una fruta altamente conocida adaptada a nuestra selva y costa, es producida en zonas bien definidas en no más de seis departamentos. El crecimiento de raíces y hojas es prácticamente nulo a temperaturas menores de 21°C y a mayor de 35°C. El máximo crecimiento se da entre los 30 y 31°C y el mejor desarrollo de la planta se obtiene donde la temperatura anual está entre los 24 y 27°C (Coronado y otros, 2005).

Se produce durante todo el año, aunque podemos definir los períodos Noviembre – Enero, con un 30% y Abril – Junio con un 33%, siendo los meses de menor producción de Julio a Octubre (Coronado y otros, 2005).

El departamento más importante en producción de piña es Junín con un 45% de la producción, le siguen en orden de importancia La Libertad con un 18%, luego Ayacucho, Cuzco, San Martín y Ucayali (Coronado y otros, 2005).

El fruto de la piña tiene diferentes usos para la agroindustria; que puede ser utilizada como fruta fresca, productos enlatados en almíbar (trozos y rebanadas), jugos, concentrados, jaleas, vinagre, licores exóticos y otros (Coronado y otros, 2005).

### **2.1.2 Origen**

Baraona (2000) menciona que la piña o ananás es originaria de América del Sur, en la región que abarca el centro y sureste de Brasil, noreste de Argentina y Paraguay. Sin embargo, la mayoría de las especies del género de *Ananas* se han encontrado en la región de la Guyana, la que se menciona como otro probable centro de origen. Cristóbal Colon conoció la piña por primera vez en su segundo viaje al llegar a la Isla Guadalupe. Este fruto se encontraba en esta época ampliamente extendido por la América Tropical. En 1535 fue introducido a España y a fines del siglo XVII era conocido en la mayoría de las regiones tropicales del mundo. En Europa se le cultivaba en invernaderos hasta que comenzaron a llegar los frutos importados. Hoy en día se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales cálidas del mundo. Los principales países productores son Brasil, Filipinas, Tailandia, Estados Unidos, India y México.

### **2.1.3 Variedades y características**

Según Briones (2016) las características de las principales variedades de piña plantadas en el Perú de forma comercial son:

**Samba:** Predominante de Chanchamayo, las hojas tienen fuerte presencia de antocianinas dándoles un color rojizo a las plantaciones. El fruto es de color rojo oscuro en su exterior, de forma algo cilíndrica, con un peso que puede ser mayor a 1.5 kg/fruto; el contenido de azúcar es bajo (11 a 12 °Brix) y baja acidez.

**Pucalpina o negra:** Se cultiva en la región de Ucayali, el fruto puede estar pesando más de 2.5 kg. Tiene una forma cónica a cilíndrica, de corona simple y se deforma cuando los frutos alcanzan un tamaño superior a los 3 kg/fruta. Su piel es de color anaranjado rojizo a la madurez, la pulpa tiene un color blanco amarillento, de bajo contenido de azúcar (12 °Brix) y baja acidez.

**Roja Trujillana:** Cultivada en la región de La Libertad, se caracteriza por presentar un aporte de planta mediano, de hojas lisas sin espinas de color verde oscuro-rojizo; fruto de tamaño medio de corona simple, de forma mayormente cilíndrica, con muchos bulbillos en la base del fruto y pocos hijuelos. La piel a la madurez presenta una coloración rojiza muy atractiva, la pulpa es de color blanco crema y de buena consistencia. Su contenido de sólidos solubles está alrededor de 12 °Brix, es ligeramente más ácida.

Motilona: Conocida como Azúcar Blanca, Lagarto, Guayaquil o Hawaina. Cultivada en Chanchamayo. Fruto de tamaño grande con peso promedio 3.0 kg/fruto. Presenta frutos con corona simple, muchos bulbillos y pocos hijuelos. El fruto es de baja calidad, pulpa muy frágil, de bajo contenido de azúcar (11 °Brix) y baja acidez.

Cayena Lisa: Variedad más plantada hasta la década de los 90. La fruta es de forma cilíndrica, pulpa de color amarillo cremoso y fibroso. La calidad de la fruta es buena, tanto para el mercado de fruta fresca como la industria. La piel a la madurez es de color verde anaranjado amarillo, de 15 °Brix, de buena presentación externa. La tecnología en piña se ha generado alrededor de esta variedad y ha tenido la supremacía del mercado mundial por más de 50 años antes de ser reemplazado por el híbrido MD-02.

Híbrido MD-02 o Golden: La piña Golden es el fruto de la especie denominada con nombre científico de *Ananás Comosus* L., perteneciente a la familia de las bromeliaceae. El 85% del peso de la piña lo constituye el agua, destacando a su vez la presencia de potasio, magnesio, vitaminas C, A, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, E entre otros y su gran aporte de fibra dietética, los cuales lo hacen un fruto muy preciado por sus propiedades diuréticas y antioxidantes naturales muy favorables para la salud (MINAG, 2013).

### 2.1.4 Valor nutritivo y propiedades de la cáscara de piña

La cáscara de piña es rica en vitaminas C y fibra. Por la bromelina que contiene, estimula la digestión y la actividad de intestino delgado (Pastas, 2013). El Cuadro 1 muestra las características fisicoquímicas de la cáscara de piña en 100 g de muestra.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de piña

Componentes	Contenido (%)
Humedad	13.11
Grasa	0.12
Carbohidratos	13.52
Cenizas	3.36
pH	3.80

Fuente: Carías y otros (2015).

## 2.1 Quinua

### 2.1.1 Definición

La quinua es un grano andino de la familia de Quenopodiáceas, es una especie cultivada y domesticada en el Perú desde tiempos prehispánicos, en la cuenca del lago Titicaca donde existe la mayor diversidad biológica de este cultivo. Es considerada una semilla, pero se come como un cereal (Muro, 2013).

Es considerada como un pseudocereal con excelentes propiedades nutricionales por su alto contenido de proteínas, fibras y vitaminas, además de ser libre de gluten. Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a

la familia de las gramíneas como los cereales (Alvarado, 2009).

### **2.1.2 Valor nutricional**

Las proteínas de la quinua, son principalmente de tipo albúmina y globulina. El contenido proteico de la quinua es mayor que el que se puede hallar en los granos comunes, como el trigo o cebada. Pero, además de tener un mayor contenido de proteínas, su calidad también es superior, en comparación, con otros cereales. Su contenido de proteínas varía entre 13.81 y 21.9% dependiendo de la variedad. La calidad de una proteína está dada por su contenido de aminoácidos esenciales, como por ejemplo la lisina, cuyo contenido de la quinua es el doble, en comparación con el trigo. Posee aproximadamente 50% más de lisina y 25% más de metionina que el trigo (Vascones, 2012).

La quinua posee un importante porcentaje de fibra dietética total, lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. Además, produce sensación de saciedad (Jara, 2009). Está compuesta de las fracciones solubles e insolubles. La fibra dietética insoluble contiene celulosa, algunas hemicelulosas y lignina; mientras que la fibra dietética soluble contiene gomas, pectinas y partes solubles de hemicelulosas (Chamorro y Chambilla 2010).

Es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir que presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales

(FAO, 2011). En el cuadro 2 se puede observar la ventaja de las proteínas de la quinua con respecto a otros granos.

Cuadro 2. Composición química de la quinua y otros granos

Grano	Proteínas (g)	Cenizas (g)	Grasas (g)	Carbohidratos (g)	Fibra cruda (g)	Fibra dietética (g)
Quinua blanca	3.3	1.9	6.1	67.1	5.1	5.9
Trigo	1.0	1.5	1.9	74.7	3.0	12.2

Fuente: Reyes y otros (2017).

### 2.1.3 Usos y aplicaciones industriales

Es importante resaltar que la quinua según la OMS (Organización Mundial de la salud) y la FAO (Food and Agriculture Organization) Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas, ha sido determinado como un alimento ideal para el ser humano debido a que contiene el mejor balance de proteínas. Existen varias formas de industrializar el grano de la quinua para darle un valor agregado y así fomentar el consumo de este nutritivo alimento como, por ejemplo:

Harina cruda de quinua. La quinua en grano pasa por la molienda hasta terminar en polvo y después por un tamiz. A la harina se le puede incrementar el valor nutritivo adicionando cantidades pequeñas de fosfatos, minerales, antioxidantes, emulgentes y vitaminas (Vascones, 2012).

Harina tostada de quinua. La harina de quinua es cocida a una temperatura superior a los 100 °C por menos de 3 min, este producto se utiliza para hacer bebidas con agua o leche (Vascones, 2012).

Harina instantánea de quinua. Es la harina de quinua precocida reducida a polvo, se dispersa rápidamente en líquidos, puede ser consumida sin previa cocción; su uso es la preparación de bebidas instantáneas, en postres y cremas (Vascones, 2012).

Leche de quinua. Se obtiene luego de la cocción de la quinua en grano o de su harina, se eliminan los sólidos presentes por filtración (Vascones, 2012).

Hojuelas de quinua. Los granos de quinua son aplastados, teniendo cuidado que se conserve sus propiedades (Vascones, 2012).

Expandido de quinua. Se obtiene a partir de la quinua perlada, o de la quinua al natural. Este producto es el resultado de la expansión brusca de los granos obtenidos al someterlos a una alta temperatura y una descompensación violenta (Vascones, 2012).

Otro uso: se muelen los granos, en forma de harina o sémola, a fin de combinarlos con otros cereales clásicos, como el trigo. De este modo se suple la carencia de gluten de estos granos (que dificulta su empleo aislado en panificación) y se mejora el valor proteico del cereal convencional (Llerena, 2010).

#### **2.1.4 Valor nutricional de harina de quinua**

La harina de quinua, es el resultado del proceso donde el grano de la quinua es previamente desaponificado (eliminación de saponina), pasa por la molienda hasta terminar en polvo y es tamizado. Está compuesta por altos contenidos de proteínas entre el 12-18%. La harina de quinua posee proteínas del tipo globulinas, que son distintas a las del trigo y con una calidad biológica superior, no posee gluten. La ausencia de gluten la vuelve recomendable para los pacientes celíacos intolerantes a este compuesto, y posee un balance de aminoácidos muy semejante al de la carne, por lo que podría reemplazar su consumo (Vascones, 2012).

Este producto no sirve para elaborar pan pues es más compacta que esponjosa y no posee la propiedad “ligante” de la harina de trigo, pero perfectamente podría usarse en la fabricación de galletas, queques o barritas de cereal (Llerena 2010).

Las características organolépticas de la harina de quinua son: sabor y olor naturales, libres de sabores y olores indeseables como agrio, amargo, rancio y mohoso, el color es cremoso y uniforme; la textura es homogénea, partículas de pequeño tamaño (Vascones, 2012). En el Cuadro 3 se presenta la composición de harina de quinua.

Cuadro 3. Composición química de la harina de quinua

Composición	Cantidad
Energía calorífica (kJ)	1408
Agua (g)	11.7
Proteínas (g)	12.4
Grasa total (g)	6.0
Carbohidratos totales (g)	67.2
Fibra dietética (g)	9.3
Cenizas (g)	2.8
Calcio (mg)	104
Fosforo (mg)	330
Hierro (mg)	9.65
Tiamina (mg)	0.19
Riboflavina (mg)	0.24
Niacina (mg)	0.68

Fuente: Reyes y otros (2017).

## 2.2 Subproductos agroindustriales

Los subproductos agroindustriales son productos obtenidos durante la cosecha y/o procesamiento de alimentos; es decir, son residuos de un proceso que se le puede sacar una segunda utilidad. No es un desecho porque no se elimina. Estos materiales son generalmente muy ricos en antioxidantes, antocianinas, así como, también se puede obtener fibra alimentaria. Los ingredientes obtenidos pueden ser incorporados a zumos u otros alimentos para proporcionarles el carácter de alimentos funcionales (Cardona, 2018).

Los residuos de la industrialización de la piña constituyen hasta el 65% del fruto. Además, de la corona (parte superior del fruto), el corazón y las cáscaras, se

genera el rastrojo, el cual corresponde al material vegetal de la planta y se elimina después del ciclo comercial (Quesada y otros 2005).

La piña de descarte (que no cumple los estándares para exportación), usualmente se vende a empresas procesadoras de jugo o bien para obtener piña deshidratada o se comercializa en el mercado interno. Muchas plantas empacadoras entregan sin costo, las coronas a los ganaderos para alimentación animal, sin embargo, están conscientes de que los residuos vegetales podrían utilizarse para la producción de etanol, sustrato para la producción de hongos, extracción de bromelina, entre otros (Chaves, 2013).

También participan de esta cadena los procesadores, quienes adquieren la piña fresca y la someten a algún proceso de tal forma que generan una transformación física, química, o ambas. Estas empresas o industrias utilizan como materia prima de sus procesos, la piña de segunda que no cumple con los estándares de calidad para exportación y usualmente la reciben entera con o sin corona. Con relación a estas empresas transformadoras, se puede anotar que una piña sometida a procesamiento genera un residuo del 45 a un 55%. De la manufactura se generan residuos como las cáscaras, tallos, semillas y materia orgánica (Hernández, 2017). El Cuadro 4 muestra el rendimiento de las partes de una piña.

Cuadro 4. Porcentaje de residuos de una piña

Material	% Residuo
Corona	13.0
Cáscaras	18.9
Ojos	8.3
Pulpa	41.4
Otros	18.4

Fuente: Hernández (2017).

### 2.2.1 Fibra dietética

El término fibra dietética, fue usado por primera vez por Hipsley en 1953, para describir a los componentes de la pared celular de los vegetales que no son digeridos por el ser humano (Gonzáles, 2013).

Se denomina fibra dietética a un conjunto de polisacáridos y lignina, que están presentes en las paredes de los alimentos de origen vegetal y son resistentes a la degradación por las enzimas digestivas humanas. Según su hidrosolubilidad, se pueden clasificar en fibras solubles e insolubles (Gonzáles, 2013).

Actualmente se dispone de diversas fuentes de fibra dietética, como los cereales, granos, vegetales, frutas y legumbres, las cuales pueden ser consumidas de manera directa o transformadas en productos ricos en fibra (Chamorro y Chambilla, 2010).

Escudero (2006) añade a la definición de la fibra dietética el nuevo concepto de fibra funcional, que incluye otros hidratos de carbono resistentes a la digestión de las

enzimas del tracto intestinal humano, como el almidón resistente, la inulina, diversos oligosacáridos (fructooligosacáridos, galactooligosacáridos y xilooligosacáridos) y disacáridos como la lactulosa, definiendo como fibra total a la suma de fibra dietética, más la fibra funcional.

La fibra dietética de la piña tiene actividad antioxidante, presenta propiedades de sabor y color neutro, apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto cuando es usada como suplemento de fibra dietética, a su vez ha sido empleada en forma efectiva en la producción de compuestos fenólicos a partir de la fermentación de la pulpa con el hongo *Rhizopus oligosporus*, en la extracción de sus contenidos nativos y en la fabricación de polímeros biodegradables para empaques (Cañas, 2011).

### **2.2.2 Aprovechamiento de los residuos de frutas y hortalizas para la obtención de fibra dietética**

Actualmente en la industria de transformados de frutas y vegetales los principales destinos de los residuos orgánicos generados en sus procesos son la alimentación animal o el desecho en vertederos, sin embargo, estos subproductos contienen sustancias como azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas que pueden ser de interés en la industria alimentaria (Costa y otros, 2001).

Jiménez y otros (2005) analizaron la cáscara de guayaba, llegando a la conclusión que ésta puede ser un excelente ingrediente de alimentos, pues combina las

propiedades de la fibra dietética y el beneficio de los componentes antioxidantes presentes, entre ellos la vitamina C y E, así como, compuestos fenólicos y carotenoides.

El bagazo de caña de azúcar, la cascarilla del cacao y del frijol lima, son otros residuos que se han analizado; los resultados obtenidos permiten seleccionar los tipos de alimentos a los cuales pueden incorporarse, según el aporte de fibra soluble e insoluble que se desee (Chamorro y Chambilla 2010).

Chamorro y Chambilla (2010) mencionan que las industrias dedicadas a la elaboración de jugo y concentrados cítricos realizan una serie de etapas para su producción, en donde en la etapa final por filtración se eliminan las semillas y el bagazo, compuesto por las membranas también llamadas sáculos. Los residuos obtenidos (cáscaras, semillas y sáculos) representan el 50% del fruto entero y son aprovechados para diferentes propósitos industriales. Las cáscaras son aprovechadas para la obtención de aceites esenciales y pectinas. Sin embargo, pocas son las industrias que se han interesado en aprovechar los residuos como fibra dietética. Algunos estudios realizados señalan que los sáculos de naranja representan un desecho al que no se ha prestado debida atención, pues existe evidencia de que son ricos en fibra dietética (70%) y poseen buena relación de fibra dietética soluble e insoluble (Chamorro y Chambilla 2010).

### **2.2.3 Compuestos antioxidantes**

Según Porras (2009) los antioxidantes son compuestos cuya función primordial en nuestro organismo es protegernos del daño oxidativo que causan moléculas conocidas como radicales libres, entre otras, por lo que resulta indispensable la ingesta de antioxidantes en nuestra dieta. La piña es considerada altamente nutritiva ya que posee una fuente natural de compuestos antioxidantes debido a la cantidad de vitamina C, compuestos como flavonoides y  $\beta$ -carotenos los cuales son responsables de actividades biológicas beneficiosas como, por ejemplo, su poder antioxidante y antiinflamatorio (Gonzales, 2013).

## **2.3 Muffins**

### **2.3.1 Definición y características**

Un queque, pastel o torta es una masa de harina y margarina, cocida al horno, en el que ordinariamente se envuelve crema o dulce, y a veces fruta, pescado o carne (Beltrán y Saénz, 2014).

Corrales y Erazo (2009) mencionan que muffins es un tipo de bizcocho horneado en moldes pequeños que se caracterizan por ser esponjosos y húmedos por dentro; son dulces y redondos, muy apetecidos por los consumidores, por ser blandos y suaves al paladar.

Los bizcochuelos, panqués o muffins son alimentos elaborados con tres ingredientes principales: harina, huevo y azúcar que no requieren gran desarrollo de gluten, por ello, son elaborados, generalmente, con harinas de trigos blandos o suaves (García, 2010).

Un producto similar, son los cupcakes (pastel o queque de taza) son pequeños queques individuales hechos a base de harina, margarina o mantequilla, huevo y azúcar, y cuya denominación parte del tamaño en partes iguales de cada ingrediente y la forma de distribuirlos en moldes pequeños el cuál ahorra mucho tiempo en la cocina, presentan una base cilíndrica y una superficie más ancha, con forma de hongo. La parte de abajo suele estar envuelta con papel especial de repostería o aluminio, y aunque su tamaño puede variar presentan un diámetro inferior al de la palma de la mano de una persona adulta (Beltrán y Saénz, 2014).

El color exterior debe ser un marrón dorado uniforme, y ser tierna, con una superficie ligeramente rugosa y brillante. La textura en el interior debe estar húmeda, tierna y ligera. El color en el interior será de color blanco cremoso o ligeramente amarillo y libre de rayas (Wheat Foods Council, 2005).

Una superficie rugosa con un volumen bajo indica una deficiencia de líquido o de manipulación. Por otro lado, un extremo superior liso y con una elevación pronunciada es causado por una sobre manipulación. Los agujeros del migajón o miga deben ser redondos y de tamaño mediano y las paredes de las células muy delgadas. Entre mejor sea el batido (mayor contenido de grasa y azúcar), más pequeñas son las células de gas y más delgadas las paredes (Corrales y Erazo, 2009).

Los muffins deben ser ligeros y de migajón suave. Los indicadores de muffins con batido incompleto son bajo volumen, migajón grueso, extremo superior plano, manchas color café (bicarbonato de sodio sin disolverse). Por otro lado, la formación de túneles, extremo superior elevado y corteza pálida y lisa, son indicadores de un batido de muffins mezclado (Charley, 2006).

Las envolturas que se utilizan para cubrir los muffins tradicionales son piezas circulares que pueden estar hechas de papel encerado o aluminio. Los bordes suelen estar doblados de forma ondulada, dándole la forma de una taza; el más común es el realizado con papel (Charley, 2006).

### **2.3.2 Origen**

El origen de este alimento se encuentra en Inglaterra, concretamente en Londres, donde existen referencias en recetarios a partir de 1703. Su nombre deriva de la palabra original "*moofin*", cuyo origen puede deberse a una adaptación de la palabra francesa *moufflet* (pan suave). El pastel se consumía preferiblemente en desayunos o como tentempié y se incluyeron varios sabores como fruta seca o fresca, especias y chocolate. A partir de la década de 1950, se comenzaron a comercializar distintos paquetes de *muffins*, tanto en Inglaterra como en Estados Unidos, en distintas cafeterías, pastelerías y tiendas de alimentación (Petrik, 2013).

### **2.3.3 Partes principales de muffins**

Según Torres (2015) las partes principales de muffins son:

Base: No es más que la masa para la torta horneada en recipientes pequeños para esto podemos usar varias alternativas como las más comunes que son de vainilla y también existe la ventaja que podemos inventar o crear alguna receta para masa dependiendo los requerimientos y los variados gustos.

Relleno: No todos lo llevan, queda a gusto del que lo elabora y la preferencia del consumidor se pueden usar frutas secas, mermelada u otros.

#### 2.3.4 Valor nutricional de muffins

El valor nutricional de los muffins depende de los enfoques y nuevas tendencias de sustituir parcialmente la harina de trigo por un sustituto (frutas fresca o seca, zumo de frutas, etc.). En el Cuadro 5, se muestra la composición nutricional de muffins.

Cuadro 5. Composición nutricional de muffins

Componente	Contenido (100 g de porción)
Energía (kcal)	264.47
Agua (g)	22.5
Proteínas (g)	9.57
Grasas saturadas (g)	3.56
Carbohidratos (g)	36.22
Fibra dietética (g)	0.11
Cenizas (g)	1.0

Fuente: Tablas peruanas de composición de alimentos (2017).

#### Humedad

Hugo (2014), reporta valores de humedad de 15.40 a 20.90%, evidenciándose que estos porcentajes de humedad

garantizan una mejor permanencia en el tiempo de los muffins. En general en las masas batidas, se conservan más tiernas cuando se añaden polisacáridos, debido a sus características químicas se mantienen la fijación de agua evitando el envejecimiento prematuro. La cantidad de agua en productos de pastelería, será factor decisivo para el crecimiento de hongos, aunque también hay que tener en cuenta que los productos empaquetados aún calientes, así como, las altas temperaturas ambientales y el grado de contaminación ambiental favorecen el enmohecimiento de los productos de pastelería.

#### Proteínas

Cantidades registradas de proteínas en los muffins, son de 9.11 a 9.89%. Es importante considerar que las proteínas mezcladas con el agua forman el gluten, que forma la estructura de la masa, que retendrá todo el gas producido y formará el volumen final de los muffins. De la calidad de las proteínas depende la formación y la calidad del gluten (Corrales y Erazo, 2009).

#### Fibra

Corrales y Erazo (2009) indican un porcentaje promedio de fibra de 2.46%, considerando a este compuesto, necesario para el buen funcionamiento del organismo, ya que es la encargada de que mantengamos una regularidad intestinal. Además, tiene la función de eliminar residuos del organismo, ya que la fibra no se digiere, sino que arrastra las diferentes sustancias de deshecho que el organismo no necesita y las elimina por las heces. Además, la fibra tiene un papel importante en el metabolismo de las grasas.

## Grasa

La grasa en pastelería, cumple un papel importante de capturar el aire en forma de pequeñas burbujas para acumular el vapor durante el horneado generando así el volumen, además acondiciona el gluten permitiendo un adecuado desarrollo de la masa. La cantidad de grasa a utilizar depende del producto pastelero que se va a elaborar, así para la pastelería esta va de 2 al 50% (Velásquez, 2013).

### **2.3.5 Ingredientes para la elaboración de muffins**

#### a) Harina de trigo

La harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) con o sin separación parcial de la cáscara. La designación “harina” es exclusiva del producto obtenido de la molienda de trigo. A los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales, menestras) tubérculos y raíces deberán llevar, además, del nombre genérico de la harina, el del grano del cual proceden (Anticona, 2017).

La calidad de la harina de trigo es relevante para la elaboración de muffins. Se necesitan masas extensibles y fáciles de trabajar (menos tenaces), es decir, las que se obtienen con harina flojas o de trigos blandos (Lezcano, 2011).

#### b) Margarina

Es una grasa comestible compuesta esencialmente de aceite vegetal, agua, colorante, sabor especial a leche. El principal efecto de la grasa en los productos horneados, sobre todo en los muffins, es la

formación de una textura cremosa. Esto significa una textura blanda, agradable y desmenuzable. Si la grasa se encuentra en cantidad suficiente recubrirá totalmente las partículas de harina y de esta forma se evitará que el agua llegue hasta las proteínas por lo cual, no habrá formación de gluten y los ingredientes no estarán ligados entre sí, por lo que la textura será mantecosa y desmenuzable (Atoche y García 2017).

#### c) Azúcar

Se designa exclusivamente el producto obtenido industrialmente de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*, L. var. rapa), o de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.). El azúcar concede ternura y fineza a las masas, dan color a las cortezas y actúan como agentes de cremado durante el batido junto con la margarina y los huevos. Asimismo, prolonga la duración de los muffins, ya que retiene humedad. Son el alimento de la levadura y/o polvo de hornear (Fernández, 2015).

Los productos azucarados pueden combinarse con las proteínas procedentes de ingredientes como la leche para dar origen a un atractivo color oscuro, así como a agradables características de flavor y de aroma de los productos recién horneados. Estas reacciones se conocen como “Reacción de Maillard” y ocurren en la superficie del producto donde las temperaturas son más altas. La extensión del color depende de la cantidad de azúcar añadida, de la composición química del alimento y de la temperatura del horno durante la cocción (Fernández, 2015).

#### d) Huevos

El huevo es un elemento imprescindible en la pastelería, especialmente en las masas fermentadas y batidas. La yema permite obtener una buena miga, permitiendo dar mayor emulsión al aumentar el volumen del batido, lo que repercutirá en obtener una textura más esponjosa, además de permitir que se conserven más blandas durante más tiempo (Velásquez, 2013).

La importancia del huevo como ingrediente en productos de pastelería se debe a su contribución al valor nutritivo, así como su influencia sobre la mejora de la apariencia y calidad del consumo del producto final. En la elaboración de muffins el huevo tiene una acción ligante con otros ingredientes y un efecto emulgente que contribuye a incrementar la mantecosisidad del producto. También el huevo tiene un efecto leudante ya que es capaz de retener aire cuando se bate. Este aire se expandirá durante la cocción, que al estar retenido en la fina estructura que forma las proteínas del huevo (albúmina) y las de la harina, no pueden escapar y de esa forma permanece dentro de las celdillas para contribuir al esponjamiento del producto final (Atoche y García, 2017).

#### e) Leche

La leche mejora el valor nutritivo y el sabor de los productos de pastelería, pues todos los componentes de la leche tienen influencia en la masa. En los productos de pastelería mejora su gusto produciendo una corteza más dorada y crujiente (Fernández, 2015)

En la elaboración de muffins, la leche se comporta de la misma manera que el agua (es decir, como solvente) ayuda a distribuir los sabores y se vaporiza durante la cocción colaborando con la textura final del producto. La lactosa en la leche se carameliza y crea color en la superficie, así como también ayuda en el desarrollo de una corteza firme. La grasa y las proteínas de la leche y de otros productos lácteos contribuyen con sabor y volumen. El ácido láctico de la leche aumenta la estabilidad del gluten. El resultado es un producto con una textura interior fina (Ronquillo, 2012).

f) Polvo de hornear

El polvo de hornear también conocido como leudante o levadura química, es un producto químico que permite dar esponjosidad a una masa (harina + agua), debido a la capacidad de liberar dióxido de carbono al igual que las levaduras en los procesos de fermentación alcohólica. La función que cumple en la elaboración de muffins es hacer que el nivel de altura de la masa se incremente durante el horneado (Hugo, 2014).

## **2.4 Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se aplica en desarrollo de nuevos productos, control de calidad, estudios de almacenamiento y mejoramiento de productos. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos de los alimentos (Anzaldúa - Morales, 2005).

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Asimismo, permite medir el grado de preferencia, la actitud del panelista o catador hacia un producto alimenticio, es decir se le pregunta al consumidor si estaría dispuesto a adquirirlo y, por ende, su gusto o disgusto frente al producto catado (Anzaldúa-Morales, 2005).

Los métodos de escala Hedónica, tienen como objetivo evaluar el nivel de agrado o desagrado que observe el consumidor en las distintas muestras. El consumidor evalúa de acuerdo a una escala no estructurada o también llamada escala hedónica, con descripciones de los extremos de la escala, en la cual van las características que pueden agradar o no al consumidor. Este método es el más recomendado para determinar la aceptación de un producto o ver si existen diferencias significativas entre muestras. Para aplicar este método, se les pide a los consumidores calificar las muestras codificadas a través de una escala (me gusta extremadamente a me disgusta mucho), esto puede ser representado gráfica, numérica o textualmente, horizontal o verticalmente. Esto se aplica para saber el nivel de agrado que presentó el producto ante el consumidor (Ramírez, 2012).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar, materia prima e instrumentos**

##### **3.1.1 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.

##### **3.1.2 Materia prima**

- Harina de trigo súper especial, Marca Cogorno, adquirida en el Mercado zonal Palermo de Trujillo.
- Harina de quinua blanca artesanal, adquirida en el Mercado zonal Palermo de Trujillo.
- Cáscara de piña, de la variedad Golden, que se obtuvo a partir de residuos del procesamiento para fruta fresca y jugos en el Mercado Central de Trujillo.

##### **3.1.3 Insumos**

- Azúcar refinada. Marca Cartavio.
- Agua potable
- Huevos. Marca Doña Clarita.
- Leche evaporada entera. Marca Gloria.
- Mantequilla. Marca Sello de Oro.
- Polvo de hornear. Marca Royal.
- Sal yodada. Marca Emsal.

### 3.1.4 Reactivos

- Ácido sulfúrico.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1.25%)
- Hidróxido de sodio (1.25%)
- Ácido sulfúrico concentrado (98-99%)
- Hidróxido de Sodio (40%)
- Ácido clorhídrico (0.1 N)
- Rojo de metilo
- Ácido bórico
- Metanol 100%

### 3.1.5 Instrumentos

- Balanza Analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad 210 g, aprox. 0.0001 g.
- Balanza comercial marca Moba. Modelo Map22. Capacidad 120 kg.
- Colorímetro Kónica-Minolta. Modelo CR – 400.
- Termómetro digital. Marca Omrom MC 343
- Texturómetro Universal Instron, Modelo 3342.

### 3.1.6 Equipos

- Horno a convección rotativo. Marca Nova. Modelo Max 750.
- Estufa de convección de aire. Marca Imaco.
- Amasadora – Sobadora. Marca Nova. Modelo K25. Capacidad 40 kg.
- Molino modelo F180
- Tamiz N° 100 (150  $\mu\text{m}$ ). Marca Tyler.

### 3.1.7 Otros

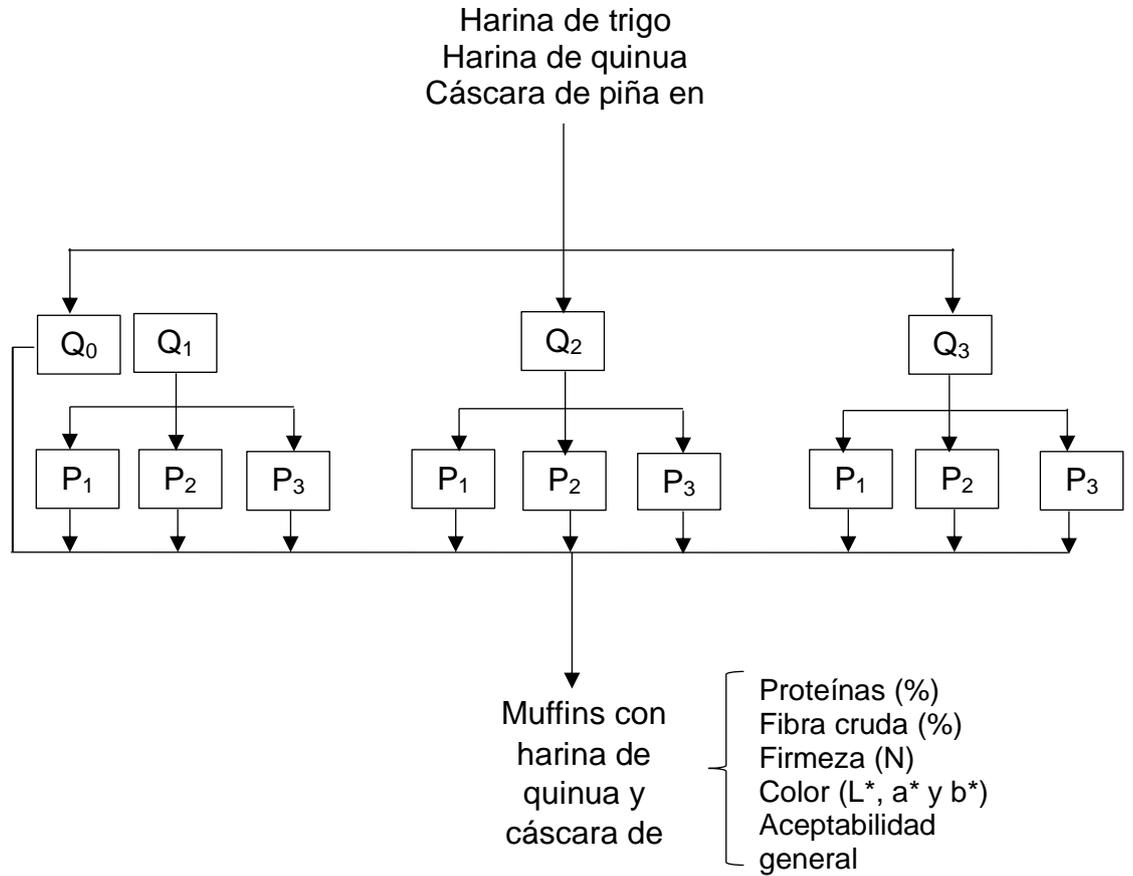
- Molde de metal para muffins
- Moldes de papel para muffins (Pirotones)

- Balones de aforo
- Vasos de precipitación
- Cucharas de acero inoxidable
- Bureta, pipeta

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Esquema experimental para elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo**

La Figura 1 muestra el esquema experimental para la evaluación de los muffins, donde las variables independientes fueron las sustituciones de harina de trigo por harina de quinua (5, 10 y 15%) y cáscara de piña en polvo (3, 6 y 9%) y como variables dependientes la firmeza, color, fibra cruda, proteínas y aceptabilidad general. Se consideró una muestra control.



Leyenda:

Q<sub>0</sub>: 0% sin sustitución de harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Q<sub>1</sub>: 5% sustitución con harina de quinua

Q<sub>2</sub>: 10% sustitución con harina de quinua

Q<sub>3</sub>: 15% sustitución con harina de quinua

P<sub>1</sub>: 3% de sustitución con cáscara de piña en polvo.

P<sub>2</sub>: 6% de sustitución con cáscara de piña en polvo.

P<sub>3</sub>: 9% de sustitución con cáscara de piña en polvo.

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

### 3.2.2 Procedimiento experimental para la obtención de cáscara de piña en polvo

En la Figura 2 se muestra el diagrama de flujo para la obtención de cáscara de piña en polvo que se elaboró en el laboratorio de Tecnología de alimentos.

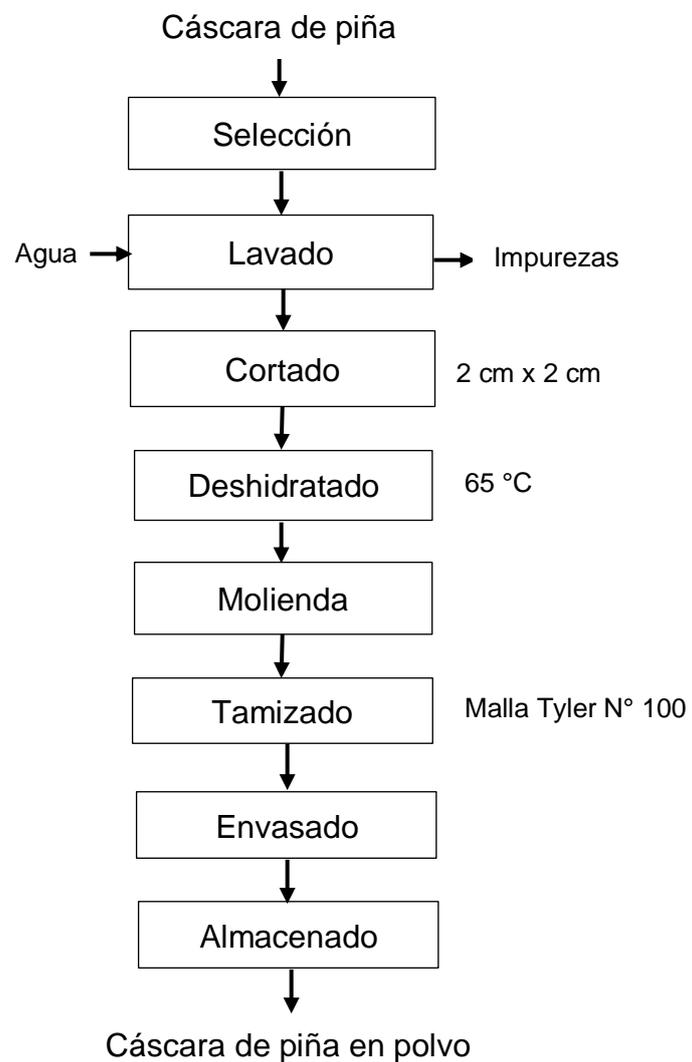


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de cáscara de piña en polvo

La descripción del diagrama de flujo se presenta a continuación:

**Selección.** La cáscara de piña se seleccionó considerando la ausencia de daños químicos o microbiológicos, y se eliminó aquellas que no cumplan con las condiciones requeridas.

**Lavado.** Se realizó por aspersión con agua potable para eliminar las impurezas externas de la cáscara.

**Cortado.** Se cortó la cáscara en trozos de 4 cm x 4 cm para facilitar el deshidratado.

**Deshidratado.** Se realizó en deshidratador de bandejas a 65 °C hasta alcanzar  $6\% \pm 1\%$  de humedad, después se evaluó el contenido de cenizas que resultó  $4.2\% \pm 0.2\%$ ; como principales características en este tipo de polvo de residuos agroindustriales (Esquivel, 2016).

**Molienda.** La cáscara seca se redujo en tamaño en un molino de martillos hasta obtener un polvo homogéneo.

**Tamizado.** Al polvo obtenido se le realizó un tamizado en una malla Tyler N° 100 (150  $\mu\text{m}$ ) para homogeneizar el tamaño de partícula en el producto.

**Envasado.** El envasado se realizó en bolsas de polipropileno y se selló para evitar la entrada de oxígeno y de humedad (Ver Anexo 7-A).

**Almacenado.** Se realizó a temperatura ambiente durante 48 horas aproximadamente en un lugar seco y lejos de luz hasta el momento de elaboración de muffins.

### **3.2.3 Procedimiento experimental para la elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo**

En la Figura 3 se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

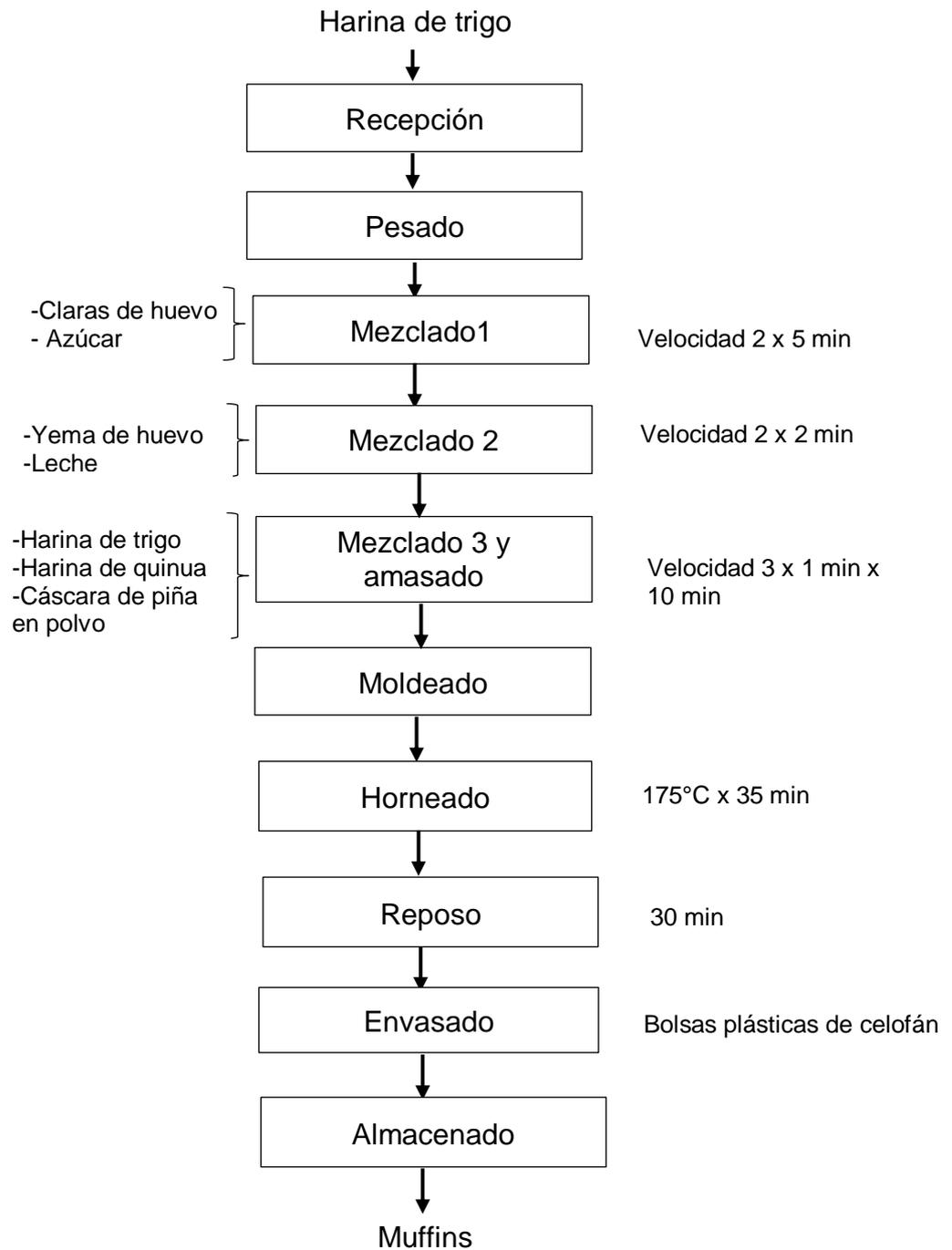


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

La descripción del diagrama de flujo se presenta a continuación:

Recepción. Los ingredientes fueron recibidos, verificando su frescura y fecha de vencimiento.

Pesado. Se pesó los ingredientes de acuerdo a la formulación teniendo en cuenta los niveles de sustitución de harina de trigo por harina de quinua (0, 5, 10 y 15%) y cáscara de piña en polvo (0, 3, 6 y 9%), y codificado para su posterior mezclado.

Mezclado 1. Se mezcló en primer lugar las claras de huevo y el azúcar durante 5 min a una velocidad 2. Mezclado 2. Seguidamente se añadió la yema de huevo y la leche para continuar la operación durante 2 min a la misma velocidad. Mezclado 3 y amasado. Luego se adicionó la harina de trigo, harina de quinua y cáscara de piña en polvo, y el polvo de hornear para ser mezclados a una velocidad 3 durante 1 min. Finalmente se añadió la mantequilla y se mezcló por 10 min (Ver Anexo 7-B)

Moldeado. Se colocó 35 g de masa en moldes de papel (40 mm de diámetro y 35 mm de altura). A su vez los moldes de papel fueron colocados dentro de los moldes de metal (Ver Anexo 7-C)

Horneado. Los moldes se colocaron en un horno convencional rotativo durante 35 min a 175 °C.

Reposo. En esta etapa los muffins una vez horneados se dejaron reposar por 30 min hasta alcanzar la temperatura ambiente (Ver Anexo 7-D)

Envasado. El envasado se realizó de manera individual en bolsas de polipropileno, para su posterior análisis.

Almacenado. Una vez envasados los muffins se almacenaron 24 horas a temperatura ambiente para realizarles los análisis correspondientes.

### **3.3 Métodos de análisis**

#### **3.3.1 Firmeza**

La firmeza se determinó de manera instrumental, utilizando un Texturómetro Instron; midiendo la resistencia a la penetración (N). La prueba se realizó con una cruceta de 75 mm de diámetro de extremo plano cilíndrico y la compresión a 50% de la altura inicial a una velocidad de 1 mm/s (Matos, 2013).

#### **3.3.2 Color**

Para la determinación del color se usó el colorímetro Kónica-Minolta, utilizando el sistema CIELAB determinándose los valores de L\* (luminosidad), a\* (rojo-verde) y b\* (amarillo-azul). El equipo fue calentado durante 10 min y calibrado con un blanco estándar. El color de los muffins fue medido en la corteza (Beltrán y Sáenz, 2014).

#### **3.3.3 Fibra cruda**

Se empleó el método por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC, 1997 y Ochoa, 2012). Se siguió el siguiente procedimiento:

- Se pesó 2 g de muestra y se colocó en un vaso de precipitado.
- Se añadió 200 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1.25%)

- Se calentó a ebullición durante 30 min, moviendo constantemente y manteniendo el nivel de agua constante.
- El producto obtenido se filtró y lavó con agua destilada caliente, la filtración se realizó en menos de 10 min.
- Luego se transfirió la muestra al matraz y se añadió 200 mL de NaOH, para ser llevado a ebullición por 30 min.
- Al producto obtenido de la operación anterior se le filtró y lavó con agua destilada caliente.
- Los residuos fueron llevados a la estufa a secar a 130 °C por espacio de 2 h. Transcurrido el tiempo establecido se enfrió y pesó.
- Una vez secos los residuos se colocaron en la mufla 500 – 600 °C por 2 h.
- Se dejó enfriar y se pesó.
- La determinación de la cantidad de fibra cruda se realizó por diferencia de peso:

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{P_s - P_c}{M} \times 100$$

En donde:

Ps: masa en gramos del residuo seco a 130 °C

Pc: masa en gramos de las cenizas

M: peso en gramos de la muestra

### 3.3.4 Proteínas

Se utilizó el método de Kjeldahl que, en realidad, determina el contenido de nitrógeno y mediante la multiplicación por un factor de conversión se determina el contenido de proteínas (AOAC, 1997 y Beltrán y Sáenz, 2014). Se pesó 0.5 g de muestra. Después se colocó en el fondo del matraz Kjeldhal, se adicionó aproximadamente 3.5

g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Posterior a esto, el matraz conteniendo la mezcla anterior fueron colocados en el digestor de proteínas, calentando suavemente al principio, hasta su completa oxidación, punto donde cambió de color negro a verde esmeralda traslucido. 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 de 2 a 3 gotas de indicador rojo de metilo.

Al matraz Kjeldahl se le añadió aproximadamente 50 mL de NaOH 40%, y fue conectado al sistema de destilación.

Se tituló con solución HCl 0.1 N, virando color rosa, se obtuvo el gasto de titulación para ser reemplazado en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales.

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

### 3.3.5 Aceptabilidad general

Los muffins fueron sometidos a evaluación por 30 panelistas no entrenados los cuales evaluaron la aceptabilidad general de los 9 tratamientos de muffins con una escala hedónica de 9 puntos, donde 9: me gusta muchísimo, 8: me gusta mucho, 7: me gusta bastante, 6: me

gusta ligeramente, 5: ni me gusta ni me disgusta, 4: me disgusta ligeramente, 3: me disgusta bastante, 2: me disgusta mucho y 1: me disgusta muchísimo. (Al-sayed y Ahmed, 2013).

Se proporcionó aproximadamente 20 g de muffins, por cada tratamiento codificado al azar, con números de 3 dígitos en un plato descartable de primer uso. Todas las muestras se sirvieron con un vasito de 50 mL de agua de mesa como neutralizante (Piñero y otros, 2005).

Se recomienda que a los panelistas no se den más de cinco muestras al mismo tiempo en una misma sesión, para evitar fatigas y llenura (Hernández, 2005), por lo que se trabajó en dos sesiones, en la primera sesión se presentó 5 tratamientos y en la segunda sesión 4 tratamientos; los cuales fueron realizados en dos días seguidos (Ver Anexo 7-E, F).

<b>Prueba de aceptabilidad general de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo</b>					
Nombre:.....					
Fecha:.....					
<b>Indicaciones:</b> Pruebe las muestras que se le presentan e indique, según la escala, su opinión según su percepción de aceptabilidad de ellas. Marque con un aspa (X) el renglón que corresponda a la clasificación para la muestra.					
<b>Escala:</b>	<u>128</u>	<u>107</u>	<b>Muestras</b> <u>153</u>	<u>168</u>	
Me gusta muchísimo	.....	.....	.....	.....	
Me gusta mucho	.....	.....	.....	.....	
Me gusta bastante	.....	.....	.....	.....	
Me gusta ligeramente	.....	.....	.....	.....	
Ni me gusta ni me disgusta	.....	.....	.....	.....	
Me disgusta ligeramente	.....	.....	.....	.....	
Me disgusta bastante	.....	.....	.....	.....	
Me disgusta mucho	.....	.....	.....	.....	
Me disgusta muchísimo	.....	.....	.....	.....	
Comentarios.....					
.....					
.....					

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005).

Figura 4. Ficha para la evaluación de aceptabilidad general de muffins.

### **3.3.6 Análisis estadístico**

El método estadístico correspondió a un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial, con 3 repeticiones para 3 harina de quinua y 3 cáscara de piña en polvo; que fueron un total de 27 muestras. Para la firmeza, color, fibra cruda y proteínas, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizó un análisis de varianza, y a continuación, al existir diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) 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. La aceptabilidad general fue evaluada mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon (datos relacionados).

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).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre la firmeza en muffins.

En la Figura 5, se muestra la firmeza (N) en función a la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en muffins. Se observa que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo la firmeza incrementó de 4.77 a 12.33 N. En los Anexos 1 y 2, se encuentran los resultados completos de la variable.

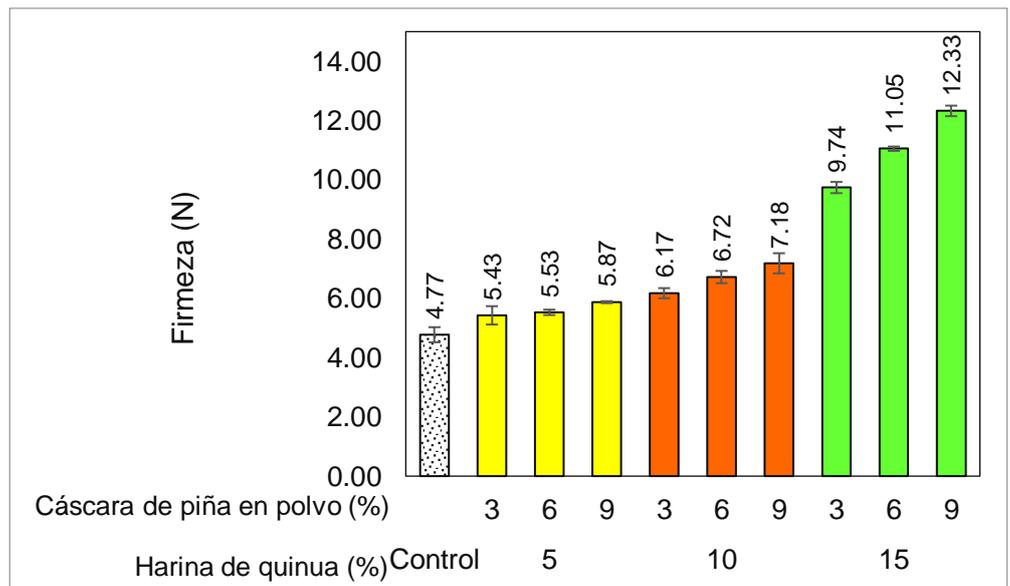


Figura 5. Firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo, de muffins

Muhammad y otros (2015) evaluaron las características fisicoquímicas y sensoriales de muffins enriquecidos con orujo de manzana (*Kala kullu*) al 5, 10 y 15%, reportando valores de firmeza que incrementaron

desde 3.92 a 6.08 N, la tendencia de resultados es compatible con la obtenida en esta investigación.

Zavala (2015) estudió la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30 y 40%) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes, mostrando un incremento de la dureza a medida que aumentó la harina de tarwi de 22 a 34 N, tendencia similar a los resultados de este estudio.

La dureza en productos como los cupcakes se encuentra relacionada con la presencia de aire en la miga, así como, de la granulometría de la harina, donde normalmente harinas gruesas aumentan la dureza (Zavala, 2015). Según Alvarado (2009) al sustituir parcialmente la harina de trigo por otro tipo de harina en productos de pastelería, la elasticidad y viscosidad en las masas no es la misma ya que la harina de trigo es el principal ingrediente que proporciona las características de textura, estructura y sabor gracias a las proteínas del gluten (prolaminas y glutelinas) y el almidón que contiene.

También es importante considerar el alto contenido de azúcares, grasa y proteínas que están presentes en el producto ya que modifican la firmeza del producto. En masas cocidas de los productos de panificación y pastelería, el aumento de la fuerza de compresión o firmeza se debe a un incremento de sólidos en la masa, debido principalmente a la fibra dietética presente (Hoyos y Palacios, 2015).

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a la firmeza de los muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo, la cual determinó la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 6. Prueba de Levene modificada de la firmeza en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	0.380	0.917

En el cuadro 7, se muestra el análisis de varianza aplicado a la firmeza en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins, el cual indica que existió efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

Cuadro 7. Análisis de varianza de la firmeza en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffin

Variable	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Firmeza (N)	Quinoa:Q	2	148.686	74.343	1830.390	0.000
	Piña: P	2	8.174	4.087	100.630	0.000
	Q*P	4	3.724	0.931	22.920	0.000
	Error	18	0.731	0.041		
	Total	26	161.316			

Resultados similares fueron reportados por Muhammad y otros (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la adición de polvo de orujo de manzana sobre la firmeza en la elaboración de muffins. Zavala (2015) indicó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi en la dureza de cupcakes.

En el Cuadro 8, se muestra la prueba de Duncan aplicada a la firmeza en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 2 se muestran los tratamientos 5% sustitución con harina de quinua con 3 y 6% sustitución de cáscara de piña en polvo, que brindaron una firmeza más cercana a la muestra control con 5.43 N y 5.53 N; respectivamente.

Cuadro 8. Prueba de Duncan para la firmeza (N) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Subgrupo								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Control	4.77								
5	3		5.43							
5	6		5.53	5.53						
5	9			5.87	5.87					
10	3				6.17					
10	6					6.72				
10	9						7.18			
15	3							9.74		
15	6								11.05	
15	9									12.33

#### 4.2 Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el color en muffins.

En la Figura 6, se presenta la luminosidad ( $L^*$ ) en función de la sustitución de harina trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

Se observa que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo los valores de  $L^*$  disminuyeron de 73.78 a 58.92, en consecuencia, una mayor sustitución de harina de quinua y cáscara de piña en polvo influirán en la disminución de la Luminosidad. En los Anexos 1 y 3, se encuentran los resultados completos de la variable.

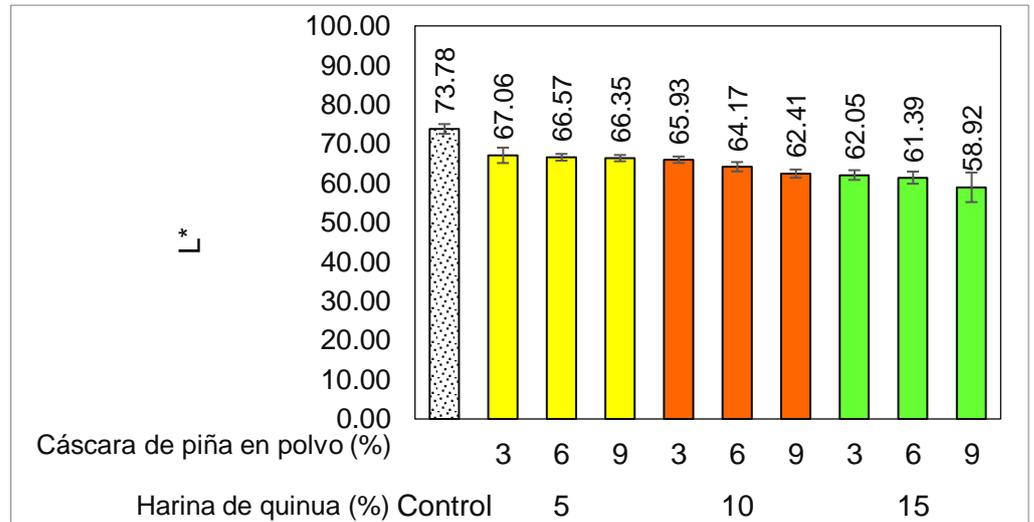


Figura 6. Luminosidad ( $L^*$ ) en función a la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins

Resultados similares reportó Gadea (2019), quien evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva (*Vitis vinífera*) en polvo (0, 5, 10 y 15%) en la elaboración de muffins, produciendo una disminución de  $L^*$  en la corteza con el incremento de la cantidad de fibra de uva, obteniendo valores de 75.34 a 36.86, resultados similares a esta investigación.

Zavala (2015) estudió la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30 y 40%) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes, mostrando un descenso de  $L^*$  (valores de 40 a 35) en la corteza a medida que aumentó la harina de tarwi, tendencia similar a esta investigación.

El análisis de color en esta investigación mostró que a medida que se incrementó la sustitución de la harina de

quinua y cáscara de piña en polvo, los valores de  $L^*$  en la corteza disminuyen debido a que la tonalidad de estas harinas sucedáneas es un poco más oscura.

En la Figura 7, se muestran los resultados de cromaticidad  $a^*$ , en función de la sustitución de harina trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo, denotándose que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo los valores de  $a^*$  aumentaron de -4.78 a 1.68. En los Anexos 1 y 3 se encuentran los resultados completos de la variable.

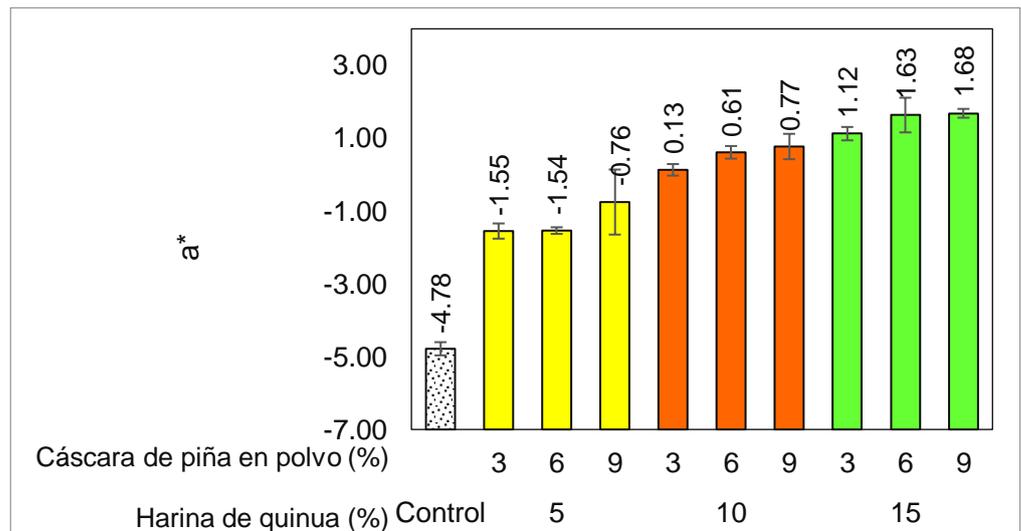


Figura 7. Cromaticidad  $a^*$  en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.

Zavala (2015) estudió la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30 y 40%) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes, mostrando un incremento de  $a^*$  en la corteza a medida que aumentó la harina de tarwi de 33.09 a 37.57, tendencia similar a esta investigación.

En la Figura 8, se muestran los resultados de la cromaticidad  $b^*$ , denotándose que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo los valores de  $b^*$  disminuyeron de 36.36 a 30.43. En los Anexos 1 y 3 se encuentran los resultados completos de la variable.

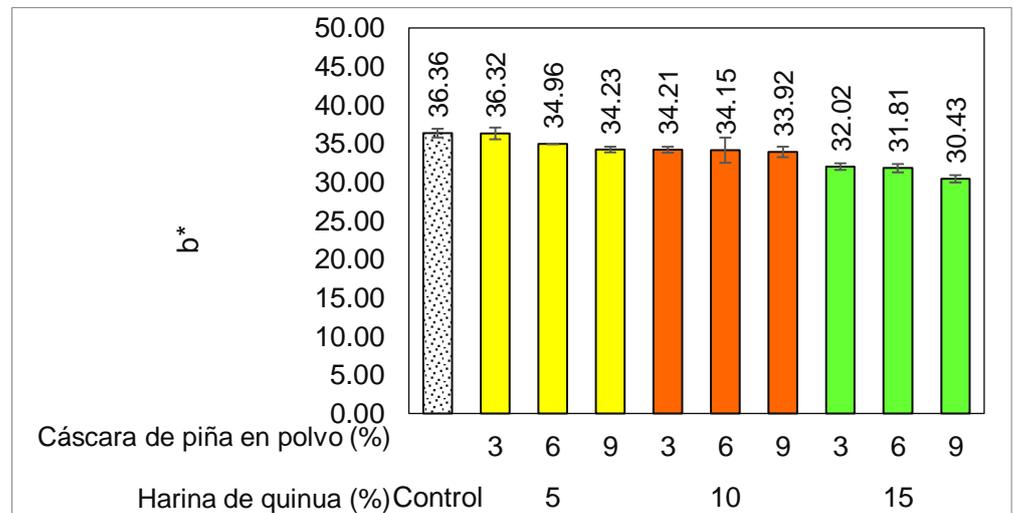


Figura 8. Cromaticidad  $b^*$  en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.

Gadea (2019) evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo (0, 5, 10 y 15%) en la elaboración de muffins teniendo como resultado una disminución en los valores de  $b^*$  en la corteza conforme aumentó la sustitución de los residuos de uva de 31.12 a 16.45; tendencia similar a esta investigación.

Zavala (2015) estudió la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30 y 40%) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes, mostrando una

disminución de  $b^*$  en la corteza a medida que aumentó la harina de tarwi de 52.14 a 49.62, tendencia similar a esta investigación.

El color, junto con la textura y el sabor, es una característica importante en la determinación de la aceptabilidad general de productos horneados (Zucco y otros, 2011). El color en productos de pastelería, se desarrolla principalmente durante el horneado a través de las reacciones de Maillard que se producen entre azúcares reductores y proteínas, y por la dextrinización del almidón y su caramelización. Las reacciones de Maillard tienen lugar antes que la reacción de caramelización si hay aminoácidos presentes (Chevallier y otros, 2000). La modificación del color ocurrido en productos como cupcakes, depende de la cantidad de azúcar añadida, de la composición química de la masa y de la temperatura de horneado durante la cocción (Guzmán y López, 2015). En el caso de esta investigación, es importante mencionar que la cáscara de piña (variedad Golden) en polvo, aportó azúcares como la fructuosa y glucosa; catalizadores de la reacción de Maillard.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Levene modificada para las características de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

Cuadro 9. Prueba de Levene modificada para las características de color en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Variable	Estadístico de Levene	p
L*	0.560	0.799
a*	0.690	0.697
b*	0.980	0.481

La prueba de Levene determinó que existió homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ) para las variables de L\*, a\* y b\*, por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

En el Cuadro 10, se muestra el análisis de varianza para las características de color L\*, a\* y b\* en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo, indicándose efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre las características de color.

Cuadro 10. Análisis de varianza para las características de color en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Variable	Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
L*	Quinua: Q	2	156.481	78.241	26.630	0.000
	Piña: P	2	27.504	13.752	4.680	0.023
	Q*P	4	8.269	2.067	0.700	0.600
	Error	18	52.880	2.938		
	Total	26	245.134			
a*	Quinua: Q	2	35.287	17.644	122.030	0.000
	Piña: P	2	1.991	0.996	6.890	0.006
	Q*P	4	0.500	0.125	0.860	0.504
	Error	18	2.603	0.145		
	Total	26	40.381			
b*	Quinua: Q	2	67.170	33.585	64.460	0.000
	Piña: P	2	7.926	3.963	7.610	0.004
	Q*P	4	3.387	0.847	1.630	0.211
	Error	18	9.379	0.521		
	Total	26	87.861			

Reportaron resultados similares a esta investigación, Gadea (2019) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo (0, 5, 10 y 15%) sobre las características del color (L\*, a\* y b\*) en la elaboración de muffins. Zavala (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi en las características de color (L\*, a\* y b\*) de cupcakes.

En el Cuadro 11, se muestra la prueba de Duncan aplicada para los valores de L\* en muffins con harina de trigo y cáscara de piña en polvo. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3, se muestran los tratamientos de 5% harina de quinua con 3, 6 y 9% de cáscara de piña en polvo, que brindaron mayor luminosidad (L\*) con 67.06, 66.57, 66.35; respectivamente, considerándose los mejores en esta variable siendo los más parecidos a la muestra de control.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para luminosidad en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Subgrupo			
		1	2	3	4
	9	58.92			
15	6	61.39			
	3	62.05			
	9		62.41		
10	6		64.17		
	3		65.93		
	9			66.35	
5	6			66.57	
	3			67.06	
	Control				73.78

En el cuadro 12, se muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores de cromaticidad a\* en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4, se muestran los tratamientos de 5% harina de quinua con 3 y 6% cáscara de piña en polvo, que brindaron

los valores de -1.55 y -1.54; respectivamente, considerándose los más cercanos a la muestra control.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para la cromaticidad  $a^*$  en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
	Control	-4.78					
	3		-1.55				
5	6		-1.54				
	9			-0.76			
	3				0.13		
10	6				0.61	0.61	
	9				0.77	0.77	
	3					1.12	1.12
15	6						1.63
	9						1.68

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores de  $b^*$  en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4 se muestra el tratamiento 5% harina de quinua y 3% residuos de cáscara de piña en polvo que brindó mayor cromaticidad  $b^*$  con 36.32, siendo el más cercano a la muestra control.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la cromaticidad  $b^*$  en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Subgrupo			
		1	2	3	4
	9	30.43			
15	6		31.81		
	3		32.02		
	9			33.92	
10	6			34.15	
	3			34.21	
	9			34.23	
5	6			34.96	
	3				36.32
	Control				36.36

#### 4.3 Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el contenido de proteínas en muffins.

En la Figura 9 se observa que al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua el contenido de proteínas aumentó, mientras que la cáscara de piña influyó de forma ligeramente negativa en esta variable, los valores estuvieron en el rango de 6.16 a 11.81%. En los Anexos 1 y 5 se encuentran los resultados completos de la variable.

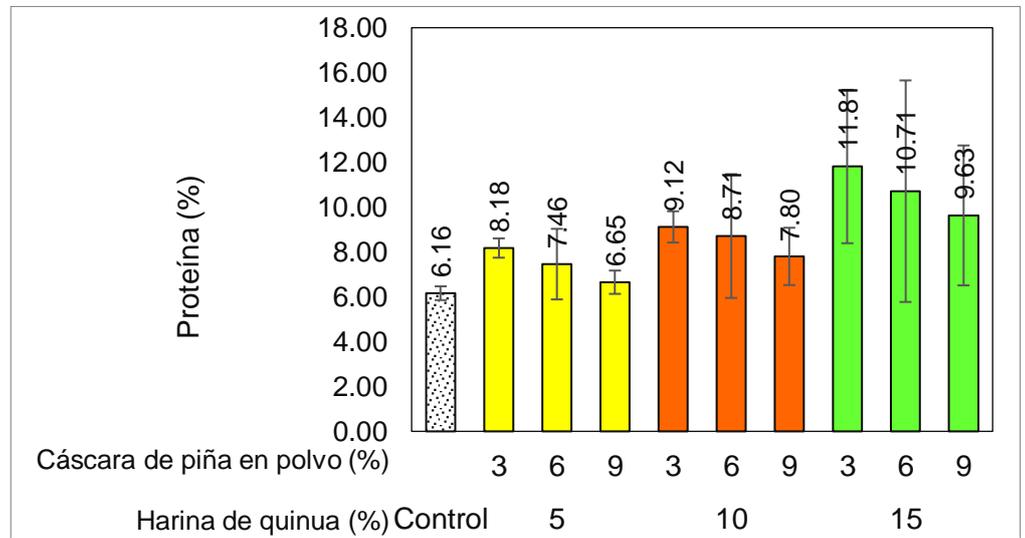


Figura 9. Contenido de proteínas en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo en muffins.

Beltrán y Sáenz (2014) evaluaron la optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y harina de zapallo (entre 5 – 15%, para ambos casos) en la elaboración de cupcakes, obteniéndose un mayor contenido de proteínas a mayor cantidad de quinua, reportando valores entre 7.58 - 8.15%. Tendencia y valores similares a esta investigación.

Guzmán y López (2015) evaluaron la sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha (0 – 14%) y granos enteros de chia (0 - 10%) en la elaboración de cupcakes, denotando un aumento del contenido de proteínas a mayor cantidad de kiwicha, fluctuando los valores entre 7.29 – 8.83%, comportamiento similar en este estudio.

Zavala (2015) estudió la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30 y 40%) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes, denotando un aumento del contenido de proteínas a medida que aumentó la harina de tarwi, con valores de 7.71 a 13.22%, comportamiento similar en este estudio.

El contenido de proteínas en la harina de quinua blanca se encuentra entre 12.4 - 13.30% (Reyes y otros, 2017; Villanueva, 2019), valor superior al de la harina de trigo con 10.5% (Reyes y otros, 2017) empleada para elaboración de muffins, pero a la vez superior al contenido de proteínas reportado por Cedeño y Zambrano (2014) para la cáscara de piña deshidratada con 3.52%. Lo anteriormente indicado explica la tendencia de los resultados obtenidos en esta investigación, en función de las sustituciones y formulaciones empleadas en los 9 tratamientos estudiados.

En el cuadro 14, se presenta la prueba de Levene para los valores de contenido de proteínas en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

Cuadro 14. Prueba de Levene modificada para el contenido de proteínas en muffin con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Variable	Estadístico de Levene	p
Proteínas (%)	0.570	0.792

La prueba de Levene indica que existió homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

En el Cuadro 15, se presenta el análisis de varianza de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el contenido de proteínas, denotándose efecto significativo ( $p < 0.05$ ), sólo de la harina de quinua.

Cuadro 15. Análisis de varianza del contenido de proteínas en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Quinua: Q	2	50.363	25.182	3.880	0.040
Piña: P	2	12.618	6.309	0.970	0.398
Q*P	4	0.671	0.168	0.030	0.999
Error	18	116.893	6.494		
Total	26	180.545			

Resultados similares a esta investigación, reportaron, Beltrán y Sáenz (2014) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y harina de zapallo sobre en contenidos de proteínas en la elaboración de cupcakes. Así como, Guzmán y López (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha y granos enteros de chia sobre el contenido de proteínas en la elaboración de cupcakes y Zavala (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ )

de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi sobre el contenido de proteínas en cupcakes.

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo. En esta prueba se observa que en el subgrupo 2 a las muestras de muffins con sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 15% y cáscara de piña en polvo al 3, 6 y 9%, presentaron el mayor contenido de proteínas con 11.81, 10.71 y 9.63%; respectivamente, considerándose las mejores en esta variable.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Subgrupo	
		1	2
	Control	6.16	
5	9	6.65	
5	6	7.46	7.46
10	9	7.80	7.80
5	3	8.18	8.18
10	6	8.71	8.71
10	3	9.12	9.12
15	9	9.63	9.63
15	6	10.71	10.71
15	3	11.81	

#### 4.4 Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre el contenido de fibra cruda en muffins.

En la Figura 10, se observa que al aumentar principalmente la sustitución de harina de trigo por cáscara de piña en polvo el contenido de fibra cruda aumentó de 4.03 a 7.56% en los muffins. La influencia positiva de la harina de quinua fue mucho menor. En los Anexos 1 y 4 se encuentran los resultados completos de la variable.

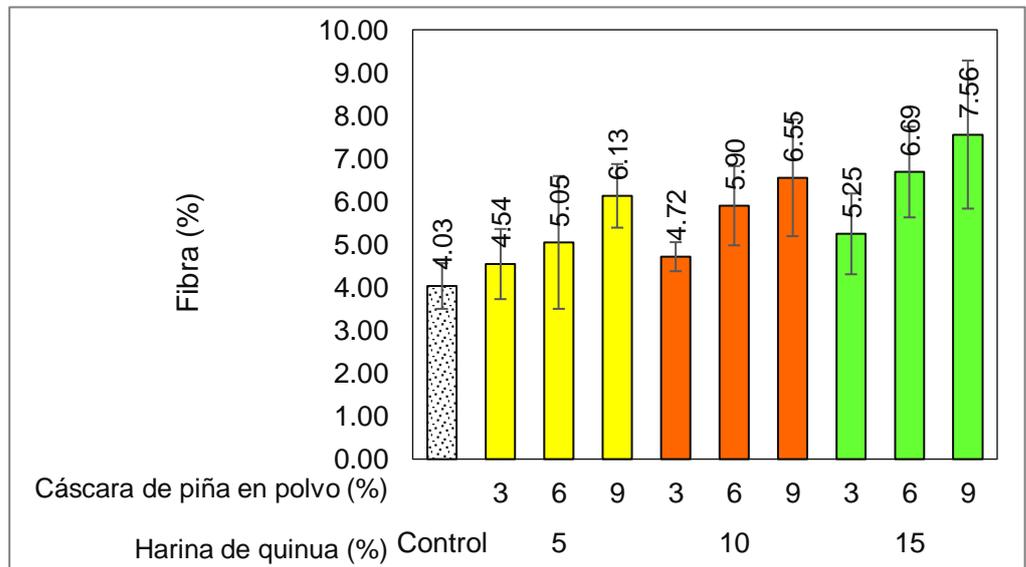


Figura 10. Contenido de fibra cruda en función a la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo, en muffins

Muhammad y otros (2015) estudiaron las características fisicoquímicas y sensoriales de muffins enriquecidos con polvo de orujo de manzana (*Kala kullu*) (5, 10 y 15%) donde el contenido de fibra cruda incrementó de 1.57 a 3.13%. Otoyá (2017) estudio la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna (*Opuntia ficus l.*) en polvo

(0, 19.23, 38.46 y 57.69%) en la elaboración de muffins donde el contenido de fibra cruda incrementó de 1.21 hasta 4.24%. Las tendencias antes mencionadas son similares a esta investigación.

Beltrán y Saenz (2014) evaluaron la optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y harina de zapallo (entre 5 – 15%, para ambos casos) en la elaboración de cupcakes, obteniéndose un mayor contenido de fibra cruda a mayor cantidad de quinua y zapallo, reportando valores entre 0.83 – 1.85%. Zavala (2015) estudió la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30 y 40%) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes, denotando un aumento del contenido de fibra cruda a medida que aumentó la harina de tarwi, con resultados de 8.25 a 10.92%. Ambos comportamientos similares a este estudio.

La cáscara de piña deshidratada presenta un contenido de fibra cruda de 15.03% y de fibra dietética 70.6% (Cedeño y Zambrano, 2014), cantidad superior a la harina de trigo con 1.5% de fibra cruda y 2.7% de fibra dietética según (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos, 2017) y harina de quinua con 3.1% de fibra cruda y 9.3% de fibra dietética, de acuerdo a (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos, 2017). Estas diferencias explican la tendencia de los resultados obtenidos en esta investigación, en función de las sustituciones y formulaciones empleadas en los 9 tratamientos estudiados.

El contenido de fibra cruda de los alimentos depende de la fuente, estado de madurez y tratamiento recibido por la muestra durante la obtención del residuo fibroso (Rodríguez-Jiménez y otros, 2017). Se ha encontrado que la fibra procedente de los residuos de frutas y verduras en general son de mejor calidad que la proveniente de granos alimenticios ya que la cáscara tiene más importancia por poseer elementos más interesantes en cuanto a textura y sabor (Cedeño y Zambrano, 2014).

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Levene modificada para el contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

Cuadro 17. Prueba de Levene modificada para el contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Variable	Estadístico de Levene	p
Fibra cruda (%)	0.300	0.958

La prueba de Levene determinó que existió homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

En el Cuadro 18, se presenta el análisis de varianza sobre el contenido de fibra cruda en muffins, donde se

observa que sólo la sustitución de harina de trigo por cáscara de piña en polvo presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 18. Análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en muffin con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Quinua: Q	2	7.227	3.613	2.850	0.084
Piña: P	2	16.495	8.248	6.510	0.007
Q*P	4	0.834	0.209	0.160	0.954
Error	18	22.789	1.266		
Total	26	47.345			

Resultados similares fueron, reportados, por Muhammad y otros (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la adición de polvo de orujo de manzana (*Kala kullu*) (5, 10 y 15%) sobre el contenido de fibra cruda en muffins. Zavala (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30 y 40%) sobre el contenido de fibra cruda en cupcakes.

En el Cuadro 19, se presenta la prueba de Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo. En esta prueba se observa que en el subgrupo 4 a las muestras de muffins con sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 15% y cáscara de piña en polvo al 9, 6 y 3%, presentaron el mayor contenido de fibra cruda con 7.56, 6.69 y 6.55%;

respectivamente, pudiéndose considerar como las mejores en esta variable.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda en muffin con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Subgrupo			
		1	2	3	4
	Control	4.03			
5	3	4.54	4.54		
10	3	4.71	4.71	4.71	
5	6	5.05	5.05	5.05	
15	3	5.25	5.25	5.25	
10	6	5.90	5.90	5.90	5.90
5	9		6.13	6.13	6.13
10	9		6.55	6.55	6.55
15	6			6.69	6.69
15	9				7.56

#### 4.5 Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo sobre la aceptabilidad general en muffins.

En la Figura 11, se muestran los resultados para la aceptabilidad general en muffins. Se observa que el tratamiento de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 15% y cáscara de piña en polvo al 6%, la aceptabilidad general fue mayor con una moda de 8 puntos (Ver, Cuadro 20) y promedio de 7.20 puntos. Esto indica que los consumidores presentaron alta aceptación a mayor cantidad de harina de quinua y contenido intermedio de polvo de cáscara de piña. En el Anexo 6 se encuentran los datos completos.

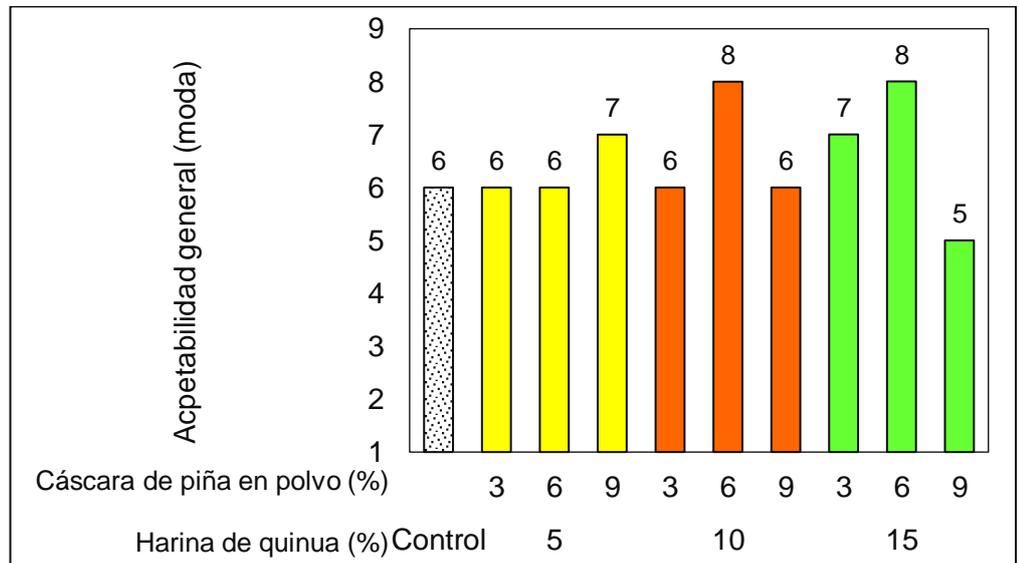


Figura 11. Aceptabilidad general en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo.

Gadea (2019) estudió la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva (*Vitis vinífera*) en polvo (0, 5, 10 y 15%) respectivamente, sobre las características sensoriales en muffins, determinando el tratamiento con mayor aceptabilidad, la sustitución del 10%, resultado similar a nuestra investigación estando el mejor tratamiento en valores intermedios de fuente de fibra estudiados.

Zavala (2015) evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en las propiedades sensoriales de cupcakes. Los resultados con mayor aceptabilidad para los panelistas fueron los productos con 10 y 20% de sustitución de harina de tarwi, en cambio los de 30 y 40% tuvieron menor aceptación y rechazo; respectivamente, esto debido a que presentaron dureza y sequedad en la miga. Nuestro mejor tratamiento se encuentra también dentro del rango de sustitución de fuente

de proteína que resultaron como mejores tratamientos en esta investigación con harina de tarwi.

En el Cuadro 20, se presenta la prueba de Friedman, que determinó que existió diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las muestras evaluadas, además que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 15% y cáscara de piña al 6% se obtuvo el mayor rango promedio (8.57) y moda de 8 puntos, correspondiente a una percepción de "Me gusta mucho".

Cuadro 20. Prueba de Friedman en la aceptabilidad de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Rango promedio	Media	Moda
	Control	4.45	6.20	6
5	3	5.02	6.33	6
5	6	6.27	6.60	6
5	9	6.28	6.60	7
10	3	3.18	5.90	6
10	6	7.03	6.77	8
10	9	2.90	5.83	6
15	3	7.58	6.93	7
15	6	8.57	7.20	8
15	9	3.72	6.00	5
Chi-cuadrado			154.709	
p			0.000	

Resultados similares reportaron Gadea (2019) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo sobre la aceptabilidad general de muffins. Muhammad y otros (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la sustitución de harina de trigo por

orujo de manzana en polvo sobre las características sensoriales en muffins; y de Zavala (2015) con efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi sobre la aceptabilidad general en cupcakes.

En el Cuadro 21, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo, la cual es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa.

Cuadro 21. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	Sustitución con harina de quinua (%)	Sustitución con cáscara de piña en polvo (%)	p
	Control			0.000
5	3			0.000
5	6			0.000
5	9			0.000
10	3	15	6	0.000
10	6			0.000
10	9			0.000
15	3			0.033
15	9			0.000

En la prueba de Wilcoxon se comparó al tratamiento con mayor promedio y moda (sustitución de harina de trigo por harina de quinua al 15% y cascara de piña al 6%), existiendo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con los demás tratamientos, por tanto, se puede considerar como el mejor en cuanto a características sensoriales.

## V. CONCLUSIONES

La sustitución de harina de trigo por harina de quinua y cáscara de piña en polvo presentó efecto significativo sobre la firmeza, color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) y aceptabilidad general en muffins. En cuanto al contenido de proteínas, sólo existió efecto de la sustitución de harina de quinua; y para la fibra cruda, únicamente la sustitución de la cáscara de piña en polvo.

Se determinó que el mejor tratamiento fue la sustitución de 15% de harina de quinua y 6% de cáscara de piña en polvo porque presentó mayor contenido de proteínas con 10.71% y fibra cruda con 6.69%, mayor aceptabilidad general con una moda de 8 puntos; correspondientes a una percepción de "Me agrada mucho". Además, presentó las siguientes características aceptables de color ( $L^*$  61.39,  $a^*$  1.63,  $b^*$  31.81) y firmeza de 11.05 N.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Caracterizar inicialmente la harina de trigo y harinas sucedáneas empleadas en la investigación de sustituciones de productos horneados.

Evaluar la elaboración de muffins con sustitución de harina de trigo por otras harinas sucedáneas como cañihua y mashua sobre, así como, por subproductos agroindustriales deshidratados en polvo (peladilla de espárrago blanco, brácteas de alcachofa, cáscara de mango, etc.) sobre las características fisicoquímicas empleadas en esta investigación (y otras como: volumen específico, porosidad, actividad de agua y perfil de textura) y sensoriales.

Determinar el mejor envase para los muffins, y evaluar el tiempo de vida útil siguiendo la metodología de pruebas aceleradas y métodos sensoriales rápidos orientados a los consumidores.

## VII. BIBLIOGRAFIA

Al-sayed, H. y Ahmed, A. 2013. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*, 58(1): 83 – 95.

Alvarado, L. 2009. Obtención de la harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos. Tesis de Grado. Escuela politécnica superior del litoral. Facultad de ingeniería mecánica y producción. Guayaquil-Ecuador

Anticona, A. 2017. Comparación Fisicoquímica y Reológica de harinas: Trigo (*Triticum aestivum*), Centeno (*Secale cereale*) y Triticale (*x Triticosecale*) en la elaboración de pan. Facultad de Industrias Alimentarias. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima, Perú.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Atoche, L.; García, M. 2017. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.

Ayadi, M., Abdelmaksoud. W., Ennouri, M. y Attia, H. 2009. Cladodes from *Opuntia ficus indica* as a source of dietary fiber:

Effect on dough characteristics and cake making. *Industrial Crops and Products*, 30:40–47.

Baraona, M., Sancho, E., Piña y Papaya. *Fruticultura especial*. 2000. Editorial Universidad Estatal a Distancia. (3). Buenos Aires.

Barragán, I. y Bautista, M. 2014, *Caracterización de la semilla de chicayota (Cucurbita argyrosperma sororia) y su empleo en la panificación*. Quinta Edición. Editorial Limusa S.A., México.

Barquero, C. y Bermúdez, A. 2014. Los residuos vegetales de la industria de jugo de maracuyá como fuente de fibra dietética. *En temas de Tecnología de Alimentos (2):181-189*. Instituto Politécnico Nacional. México.

Bejarano, E. Bravo, M. Huamán, M. Huapaya, C. Roca, A. Rojas, E. 2002. *Tabla de Composición de Alimentos Industrializados*. Ministerio De Salud. Instituto Nacional De Salud Centro Nacional De Alimentación Y Nutrición. Lima, Perú.

Beltrán, X. Saenz, G. 2014. *Optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinua wild) y harina de zapallo (Cucurbita melanocephala) en la elaboración de cupcakes*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Agroindustrial. Universidad Nacional de Santa. Nuevo Chimbote-Perú.

Briones, E. 2016. *Efecto de un bioestimulante y dos antiestresantes en el enraizamiento de Ananas comosus L.*

Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Cañas, Z., Restrepo, D., Cortes, M. 2011. Productos vegetales como fuente de fibra dietaria en la Industria de Alimentos. 64(1): 6023-6035. Colombia.

Cardona, V. 2018. Subproductos obtenidos de las frutas y hortalizas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.

Carías, J. y Palma, H. 2015. Elaboración de una harina de cáscara de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr) para su aplicación en una harina alta en fibra con su respectiva evaluación nutricional y organoléptica. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala.

Cedeño, J., Zambrano, J. 2014. Cáscara de piña y mango deshidratado como fuente de fibra dietética en producción de galletas. Tesis previa para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Feliz López. Calceta, Ecuador.

Chamorro A., Chambilla E. 2010. Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. (1):49-53

Charley H. 2006. Tratado de panificación y bollería. Editorial AMV. Madrid, España.

Chaves, L. 2013. Guías técnicas para el manejo pos cosecha para el mercado fresco de piña. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.

Chevallier, S., Colonna, P. y Lourdin, D. 2000. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. *Journal of Cereal Science*, 31(3): 241-252.

Coronado, J., Medina, M., Cueva, A., García, N. 2005. Estudio del comportamiento post-cosecha de piña (*Ananas comosus*) con y sin inducción floral en la Región San Martín. Tarapoto.

Corrales, F. y Erazo, H. 2009. Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo. Tesis Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Costa, F.; García, C.; Hernández, T. y Polo, A. 2001. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. Editorial Edkamed. Barcelona, España.

Escudero A, Gonzales P. 2006. La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*. (2): 61-72. España, Madrid. Disponibilidad libre en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>

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.

Gadea, A. 2019. Efecto de la sustitución de la harina de trigo por cáscaras de uva (*Vitis vinífera*) sobre las características

fisicoquímicas y sensoriales en muffins. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.

García, J. 2010. Desarrollo de un producto de panificación adicionado con harina de ébano (*Ebenopsis ebano*) y posterior evaluación de parámetros fisicoquímicos, biológicos y sensoriales. Tesis Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Gerencia Regional de Agricultura. 2015. Ejecución y perspectivas de la información agrícola. Gerencia Regional de Agricultura. La Libertad Portal Agrario. Disponible en: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/737>. Revisado el día: 20 de Setiembre de 2015.

González, D. 2013. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Alimentos. Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ingeniería. Caldas-Antioquia.

Guzmán, F.; López, G. 2015. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y grano entero de chía (*Salvia hispánica*) en la elaboración de cupcakes. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Santa. Nuevo Chimbote, Perú.

Hernández, Y. 2017. Piña. Desechos. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Honduras.

Hernández, E. 2005. Evaluación sensorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia.

Hoyos, D y Palacios, A. 2015. Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para sustitución de harina de trigo en productos de panificación. Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero de Alimentos. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de alimentos, Facultad de Ingeniería. Colombia.

Hugo, M. 2014. Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por puré de arándanos (*Vaccinium myrtillus*) en las características calóricas, fisicoquímicas y organolépticas del cupcake. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Estatal Amazónica. Ecuador.

Jara, C. 2009. Estudio de las propiedades reológicas de la masa para pastas a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild). Universidad de Chile.

Lezcano, E. 2011. Productos Batidos. Revista Alimentos Argentinos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 52:22. Argentina.

Llerena, K. 2010. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. Tesis de grado para optar el título de Licenciada

en Gestión Gastronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Maldonado, C., Centeno, M., León, M., Rosas, A. y Cerón, A. 2017. Incremento de compuestos bioactivos en muffins elaborados con harina de quinua bajo dos condiciones de procesamiento. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2:1-7. Guanajuato, México.

MINAG, 2013. Perfil logístico de Alimentos para el mercado de piña (*Ananas comosus* L.). Chile. Disponible en: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/48019906radF3702.pdf>

Muhammad B., Allah Rakha, Muhammad S. (2015). Physicochemical and sensory assessment of apple pomace enriched muffins. National Institute of Food Science and Technology. University of Agriculture Pakistan. 25(4):224-234.

Muro, J. 2013. Quinua, Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Ministerio de la Agricultura. Lima, Perú.

Pak D. 2001. Fibra dietética en alimentos chilenos. Fibra Dietética en Iberoamérica, Tecnología y Salud. Brasil.

Pastas, M. 2013. Aporte al estado del arte de los frutos promisorios en Colombia. Universidad de Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Administración de empresas agropecuarias. Bogotá.

Petrik, N. 2013. Muffins, un poco de historia y su receta. Disponible en: <http://petryknorberto.blogspot.pe/2013/09/muffins-un-poco-de-historia-y-su-receta.html>.

Piñero, M.; Ferrer, M.; Moreno, L.; Leidenz, N.; Parra, K. y Araujo, S. 2005. Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico ligero formulado con fibra soluble de avena. Revista científica de la Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Porras, A. 2009. Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. 3(1). México.

Quesada, K.; Alvarado, P.; Sibaja, R.; Vega, J. 2005. Utilización de las fibras del rastrojo de piña (*Ananas comusus*, variedad *champaka*) como material de refuerzo en resinas de poliéster. 6(2). Iberoamérica.

Quintana, A.; Mapelli, Y. 2007. Mejoramiento de la producción del cultivo de piña mediante sistemas agroforestales en el distrito de Perené-Chanchamayo. Manual de Piña. Proyecto Especial Pichis Palcazú. Junín, Perú.

Ramírez, J. 2012. Análisis Sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Ramírez, J. Blancas, F. Zamora, V. García, M. Bello, L. Tovar, J. y Sáyago, S. 2015. Nutritional properties and phenolic

content of a bakery product substituted with a mango (*Mangifera indica*L) 'Ataulfo' processing by-product. Food Research International, 73: 117 - 123.

Reyes, L. 2015. Efecto de la sustitución de grasa por pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) sobre la firmeza, color y aceptabilidad general en queques. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., Espinoza, C. 2017. Tablas Peruanas de Composición de alimentos. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. 10ma Edición. Lima, Perú.

Rodriguez-Jiménez, J., Amaya-Guerra, C., Núñez-González, A., Báez-González, J., Aguilera-González, J. y Montemayor-Leal, J. 2017. Caracterización bromatológica y tecnofuncional de la harina de berenjena (*Solanum melongena*) y Quínoa (*Chenopodium quinoa*). Investigación y desarrollo de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.

Rojas, W. 2016. Optimización de mezclas de Harinas (*Chenopodium quínoa*, *Solanum tuberosum* y *Zea mays*) para la elaboración de cake libre de gluten. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos. Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Romero, L. Bello, L y Osorio, P. 2010. Elaboración de mantecadas adicionadas con bagazo de naranja (*Citrus*

*sinensis* L.). Universidad de Guanajuato. División Ciencias de la Vida. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Disponible en: [www.respyn.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/](http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/)

Ronquillo R. 2012. Estudio del Efecto de la Adición de la Enzima Alfa Amilasa en un Pan Tipo Muffin, elaborado con diferentes tipos de Harina de Trigo. Facultad de Ciencia e Ingeniería En Alimentos Carrera de Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Torres, M. 2015. Elaboración y evaluación nutricional de muffins a base de harina de achira (*Canna edulis*) fortificado con harina de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y papaya (*Carica papaya*). Tesis para optar el grado de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

Vascones, R. 2012. Diseño de un producto energético a base de avena (*Avena sativa*), harina de quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*), harina de soya (*Glycine max*) y espirulina (*Spirulina máxima*). Tesis para optar el título de Ingeniero de Agroindustrial y de Alimentos. Universidad de las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.

Velásquez, A. 2013. Nutrición proteico-energética. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición. Universidad de la Habana. La Habana, Cuba.

Wheat Foods Council. 2005. Grains of truth about Muffins. Disponible en: <http://www.ndwheat.com/uploads%5Cresources%5C412%5Cmuffins.pdf>.

Villanueva J. 2019. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y residuos de pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad Ciencias Agrarias. Trujillo, Perú.

Zavala, O. 2015. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) en las propiedades físicoquímicos y sensoriales de cupcakes. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos. Universidad Peruana Unión.

Zucco, F., Borsuk, Y. y Arntfield, S. 2011. Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. LWT-Food Science and Technology. 44: 2070-2076.

# **VIII.ANEXOS**

Anexo 1. Resultados de las evaluaciones de firmeza, color, contenido de proteínas y contenido de fibra cruda en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo para muestra control

Muestra control				Promedio
Fisicoquímicos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
Firmeza	4.50	4.83	4.99	4.77
L*	75.19	73.26	72.88	73.78
a*	-4.87	-4.58	-4.91	-4.78
b*	35.87	36.23	36.98	36.36
Proteínas	6.48	6.13	5.87	6.16
Fibra cruda	3.61	4.63	3.86	4.03

Anexo 2. Firmeza (N) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Harina de quinua (%)	Cáscara de piña en polvo (%)	Firmeza (N)			Promedio (N)
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
5	3	5.28	5.21	5.78	5.43
	6	6.10	6.05	6.37	6.17
	9	6.97	7.01	7.58	7.18
10	3	5.50	5.46	5.63	5.53
	6	5.86	5.85	5.91	5.87
	9	6.48	6.86	6.81	6.72
15	3	9.68	9.59	9.95	9.74
	6	11.01	11.01	11.01	11.01
	9	12.49	12.14	12.35	12.33

Anexo 3. Color (L\*, a\*, b\*) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Harina de quinua (%)	Cáscara de piña en polvo (%)	Parámetro de color	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
5	3	L*	67.98	64.81	68.38
		a*	-1.32	-1.61	-1.73
		b*	35.75	37.18	36.03
	6	L*	65.72	66.58	67.42
		a*	-1.64	-1.52	-1.46
		b*	34.92	34.98	34.99
	9	L*	66.51	65.48	67.06
		a*	0.27	-1.33	-1.21
		b*	33.86	34.58	34.26
10	3	L*	66.89	65.54	65.38
		a*	0.30	-0.01	0.10
		b*	34.52	34.32	33.79
	6	L*	65.03	62.81	64.66
		a*	0.42	0.76	0.65
		b*	35.62	32.40	34.43
	9	L*	61.38	63.48	62.36
		a*	0.93	1.01	0.37
		b*	34.33	34.30	33.13
15	3	L*	60.71	63.14	62.30
		a*	1.19	1.26	0.91
		b*	31.54	32.37	32.14
	6	L*	60.47	60.52	63.17
		a*	2.09	1.67	1.14
		b*	31.27	32.35	31.82
	9	L*	61.81	60.27	54.68
		a*	1.82	1.58	1.64
		b*	30.98	30.20	30.12

Anexo 4. Contenido de fibra cruda (%) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Harina de quinua (%)	Cáscara de piña en polvo (%)	Fibra (%)			Promedio (N)
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
5	3	4.96	5.06	3.60	4.54
	6	4.32	4.00	6.82	5.05
	9	6.01	6.93	5.46	6.13
10	3	4.94	4.88	4.33	4.71
	6	5.01	6.85	5.85	5.90
	9	8.01	6.33	5.32	6.55
15	3	4.64	6.33	4.77	5.25
	6	5.89	6.29	7.88	6.69
	9	9.50	6.21	6.97	7.56

Anexo 5. Contenido de proteínas (%) en muffins con harina de quinua y cáscara de piña en polvo

Harina de quinua (%)	Cáscara de piña en polvo (%)	Proteínas (%)			Promedio (N)
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
5	3	8.30	8.53	7.69	8.18
	6	9.25	6.30	6.83	7.46
	9	7.25	6.37	6.34	6.65
10	3	8.45	9.06	9.84	9.12
	6	6.57	11.82	7.73	8.71
	9	6.62	7.62	9.16	7.80
15	3	13.01	14.45	7.95	11.81
	6	16.40	7.56	8.17	10.71
	9	8.23	13.21	7.46	9.63

Anexo 6. Aceptabilidad general en muffins con harina de quinua  
y cáscara de piña en polvo

<b>Panelistas</b>	<b>CONTROL</b>	<b>Q1P1</b>	<b>Q1P2</b>	<b>Q1P3</b>	<b>Q2P1</b>	<b>Q2P2</b>	<b>Q2P3</b>	<b>Q3P1</b>	<b>Q3P2</b>	<b>Q3P3</b>
1	7	7	8	7	7	8	7	8	8	7
2	4	4	4	4	2	3	3	4	4	2
3	6	6	7	7	6	7	6	7	8	6
4	7	7	7	7	6	8	6	7	8	7
5	7	7	8	7	7	8	7	8	8	7
6	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4
7	6	6	7	7	6	7	6	7	8	6
8	5	5	6	5	5	6	5	6	6	5
9	7	8	8	8	7	8	7	8	9	8
10	4	5	5	4	4	5	4	6	5	4
11	4	5	5	4	4	4	4	6	5	4
12	7	8	8	8	7	8	8	8	9	8
13	7	8	8	8	7	8	7	8	8	8
14	6	6	6	7	6	7	5	7	7	5
15	7	7	7	7	7	8	6	7	8	7
16	6	7	7	7	6	8	6	7	8	7
17	6	6	6	6	5	6	5	6	6	5
18	6	6	6	6	5	6	5	6	6	5
19	6	6	6	7	6	7	6	7	8	6
20	6	6	6	7	6	7	6	7	8	6
21	9	8	8	9	8	9	8	9	9	9
22	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9
23	6	6	6	6	6	6	5	7	7	5
24	8	8	8	9	8	9	8	9	9	8
25	5	5	5	5	4	5	4	6	6	4
26	6	6	6	6	5	6	5	6	6	5
27	5	5	6	5	5	5	4	6	6	4
28	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8
29	6	6	6	7	6	7	6	7	7	6
30	6	6	6	6	6	6	5	7	6	5
<b>Promedio</b>	<b>6.20</b>	<b>6.33</b>	<b>6.60</b>	<b>6.60</b>	<b>5.90</b>	<b>6.77</b>	<b>5.83</b>	<b>6.93</b>	<b>7.20</b>	<b>6.00</b>
<b>Moda</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

Anexo 7. Imágenes fotográficas del proceso de elaboración de muffin



**A. Residuos de piña en polvo**



**B. Ingredientes para la elaboración de muffins**



C. Moldeado de muffins



D. Proceso de horneado



E. Primera formulación de muffins



F. Segunda formulación de muffins



G. Evaluación de firmeza  
en muffins



H. Evaluación sensorial de muffins