UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por penca de tuna (*Opuntia ficus* I.) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de muffins

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

JEAN FELIPE OTOYA ESCOBAR

TRUJILLO, PERÚ

2017

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

Ing. Dr. Antonio Rodríguez Zevallos
PRESIDENTE

Ing. Dr. Fredy Pérez Azahuanche
SECRETARIO

Ing. Ms. Ana Ferradas Horna
VOCAL

Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

A mi Padres; Nora Escobar y Javier Otoya quienes durante todos estos años confiaron en mí y no hay palabras que describan el enorme agradecimiento hacia ellos por su apoyo incondicional.

En memoria de mi hermano Jhonny Otoya, quien está en la gloria del DIOS guiándome en cada paso en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado de mi esfuerzo y el apoyo que tuve en lograrlo; por esto agradezco en primer lugar a DIOS por estar siempre a mi lado guiándome en cada paso.

A mis padres; los pilares fundamentales en mi vida brindándome su apoyo incondicional, motivándome mi formación académica, creyeron en mí en todo momento.

A mis amigos Javier Álvarez, William Rodríguez, Gino Trujillo y Jhoan Altamirano por brindarme su apoyo, su paciencia y su comprensión en el desarrollo de este proyecto.

A M.Sc. Carla Pretell Vásquez, por sus conocimientos en el desarrollo de este trabajo de tesis el cual ha finalizado.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CARÁTULA.....i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTOS.....iv
ÍNDICE GENERAL.....v
ÍNDICE DE CUADROS.....vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....x
RESUMEN.....xi
ABSTRACT.....xii
I. INTRODUCCIÓN.....1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....3
2.1. Penca o cladodio de tuna (*Opuntia ficus* l).....3
2.1.1. Generalidades 3
2.1.2. Propiedades y beneficios de la penca de tuna.....4
2.2. Muffins 5
2.2.1. Generalidades 5
2.2.2. Valor nutricional de los muffins 6
2.3. Ingredientes y su funcionalidad 7
2.4. Evaluación sensorial 11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....13
3.1. Lugar de Ejecución.....13
3.2. Materiales y equipos 13
3.2.1. Materia prima.....13
3.2.2. Insumos.....13
3.2.3. Instrumentos.....14
3.2.4. Reactivos.....14

3.2.5. Equipos....14
3.2.6. Otros....14
3.3. Metodología....15
3.3.1. Esquema experimental para elaboración de muffins....15
3.3.2. Procedimiento experimental para la elaboración de muffins con sustitución parcial de penca de tuna en polvo....16
3.3.3. Formulación base de muffins con penca de tuna....18
3.3.4. Método de análisis....19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....24
4.1. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la firmeza....24
4.2. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la fibra cruda....28
4.3. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre el color....32
4.4. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la aceptabilidad general....40
V. CONCLUSIONES....44
VI. RECOMENDACIONES....45
VII. BIBLIOGRAFÍA....46
VIII. ANEXOS....52

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición de muffins (en 100 g de porción). 7
Cuadro 2. Formulación base para la elaboración de muffins. 18
Cuadro 3. Sustitución de harina de trigo por harina de penca de tuna para la elaboración de muffins. 18
Cuadro 4. Formulación según sustitución (en 1000 g de porción) 18
Cuadro 5. Prueba de Levene para la firmeza en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 26
Cuadro 6. Análisis de varianza para los valores de firmeza en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 26
Cuadro 7. Prueba de Duncan para firmeza en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 27
Cuadro 8. Prueba de Levene para fibra cruda en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 30
Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de fibra cruda en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 30
Cuadro 10. Prueba de Duncan para fibra cruda en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 32
Cuadro 11. Prueba de Levene para los valores de L*, a* y b* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 36
Cuadro 12. Análisis de varianza para los valores de L*, a* y b* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 37

Cuadro 13. Prueba de Duncan para los valores de L* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins. 39
Cuadro 14. Prueba de Duncan para los valores de a* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins. 39
Cuadro 15. Prueba de Duncan para los valores de b* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins. 40
Cuadro 16. Prueba de Friedman para aceptabilidad general en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 42
Cuadro 17. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de muffins con penca de tuna en polvo. 15

Figura 2 Diagrama de flujo para la elaboración de muffins con penca de tuna en polvo. 16

Figura 3. Ficha para la evaluación de aceptabilidad general en muffins. 22

Figura 4. Valores de firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 24

Figura 5. Valores de fibra cruda en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 28

Figura 6. Valores de L* en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 32

Figura 7. Valores de a* en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 34

Figura 8. Valores de b* en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 35

Figura 9. Valores de aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins 41

ÌNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Valores de firmeza (N) 53
Anexo 2. Valores de fibra cruda 53
Anexo 3. Parámetros de color L* 53
Anexo 4. Parámetros de color a* 54
Anexo 5. Parámetros de color b* 54
Anexo 6. Resultados de aceptabilidad general con la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo 55
Anexo 7. Imágenes fotográficas 56
Anexo 8. Ficha técnica de la penca de tuna en polvo 59

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna (*Opuntia ficus* I.) en polvo al (0, 19.23, 38.46 y 57.69%) sobre la firmeza instrumental, fibra cruda, el color y aceptabilidad general en muffins, se consideró una muestra control sin sustitución. El análisis estadístico para las variables paramétricas y no paramétricas fueron evaluadas a un nivel de significancia del 5%. El análisis de varianza mostró un efecto significativo de ($p<0.05$) en la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la firmeza, fibra cruda, el color (L*, a* y b*.) y aceptabilidad general en muffins. La prueba de Duncan determinó que la mejor sustitución al 19.23% permitió obtener la mejor firmeza (1.36 N), el mejor color los parámetros fueron de L* (64.76), para los valores de a* (4.12) y finalmente para los valores de b* (17.82), con respecto a fibra cruda la sustitución al 57.69% permitió obtener el mejor contenido esta con un valor de 4.24%, esto se debe a los componentes de la penca como la pectina y mucílago responsables de estas características, demostrando que existió diferencias significativas entre las sustituciones. Para la evaluación sensorial, se aplicó la prueba de Friedman para aceptabilidad general, presentando una diferencia significativa ($p<0.05$) entre las muestras evaluadas, determinando que la sustitución al 38.46% presentó la mayor puntuación con una moda 8, con la cual se procedió a realizar la prueba de Wilcoxon, corroborando una diferencia significativa ($p<0.05$). Se eligió la sustitución parcial al 38.46% por obtener una aceptabilidad general de una moda 8 a la percepción de "Me gusta mucho" entre los panelistas presentado valores de una firmeza de 1.41 N, una fibra cruda con un 3.75%, un color en los parámetro de L* (54.85), para cromaticidad de *a fue de 3.39 y para b* fue de 14.58.

ABSTRACT

The effect of the partial substitution of wheat flour by prickly pear (Opuntia ficus I.) powder at (0, 19.23, 38.46 and 57.69%) on the instrumental firmness, crude fiber, color and general acceptability in muffins was evaluated a control sample was considered without substitution. The statistical analysis for the parametric and non-parametric variables were evaluated at a level of significance of 5%. The analysis of variance showed a significant effect of ($p < 0.05$) in the substitution of wheat flour for prickly pear powder on firmness, crude fiber, color (L *, a * and b *.) and general acceptability in muffins The Duncan test determined that the best substitution at 19.23% allowed obtaining the best firmness (1.36 N), the best color parameters were L * (64.76), for the values of a * (4.12) and finally for the values of b * (17.82), with respect to raw fiber the substitution to 57.69% allowed to obtain the best content with a value of 4.24%, this is due to the components of the penca such as the pectin and mucilage responsible for these characteristics, showing that there were significant differences between substitutions. For the sensory evaluation, the Friedman test for general acceptability was applied, presenting a significant difference ($p<0.05$) among the samples evaluated, determining that the substitution at 38.46% presented the highest score with a mode 8, with which to perform the Wilcoxon test, corroborating a significant difference ($p<0.05$). The partial substitution was chosen at 38.46% for obtaining a general acceptability of a fashion 8 to the perception of "I like it a lot" among the panelists, presenting values of a firmness of 1.41 N, a raw fiber with 3.75%, a color in the parameter of L * (54.85), for chromaticity of * a was 3.39 and for b * it was 14.58.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las demandas del consumidor en el ámbito de la producción de alimentos han cambiado considerablemente. Por esta razón, los alimentos de hoy no están destinados sólo para satisfacer el hambre y para proporcionar los nutrientes necesarios, sino también para prevenir las enfermedades relacionadas con la nutrición y mejorar el bienestar físico y mental de los consumidores. En este sentido, los alimentos funcionales ofrecen una excelente oportunidad para mejorar la calidad de los productos (Foschia y otros, 2013).

Es así que se hace necesario encontrar un uso alternativo para los subproductos generados por los procesos de la industria alimentaria; recientemente ha tomado auge el uso de subproductos del procesado de frutas y hortalizas, ya que además de reducir la contaminación; son una atractiva fuente antioxidantes naturales y de fibra (Al-sayed y Ahmed, 2013). Tradicionalmente las fibras más utilizadas para la elaboración de alimentos proceden de cereales, sin embargo, aunque menos estudiadas, las fibras procedentes de vegetales (frutas y hortalizas) son consideradas en general de mayor calidad nutricional y tecnológica. De este modo se han realizado estudios para la obtención de diversas fibras vegetales a partir de maracuyá, manzanas, peras, naranjas, durazno, alcachofa, espárrago, limón y zanahoria, y puedan ser usadas como ingredientes en el desarrollo de nuevos productos (Romero y otros, 2010).

Sagarpa (2006) menciona que la tuna es una fruta perteneciente a la familia de las cácteas (plantas suculentas y, en gran mayoría, espinosa, conocida en conjunto como cactos o cactus, originaria de América) y ha sido hasta ahora la más explotada y comercializada; pero también se ha encontrado

una ventana comercial para el nopal, cladodio o penca de tuna, ya que provee de alimentación a seres humanos y animales en algunas regiones de México. Sus demandas climáticas la hacen un cultivo muy apto para aquellas zonas donde no pueden desarrollarse otro tipo de plantas. El principal atributo de la penca de tuna es su gran aporte de fibra soluble e insoluble llegando a una proporción de 30:70.

Con la importancia de obtener producto de panificación con un valor agregado utilizando un subproducto agroindustrial como es la penca de tuna en polvo; se decidió trabajar con el muffin o queque; pues es un producto consumido por adultos y niños, tratándose de un pan dulce y suave, compuesto de harina de trigo, polvo de hornear, azúcar, sal, huevos y margarina. La sustitución de la harina de trigo por penca de tuna en polvo, nos brindará la posibilidad de adicionar fibra en la composición del producto final, además de dar un valor agregado adicional al uso de la penca de tuna.

El problema planteado para esta investigación fue:
¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna (*Opuntia ficus* I) en polvo (0, 19.23, 38.46 y 57.69%) sobre la firmeza, color, fibra cruda y aceptabilidad general en muffins?

Los objetivos fueron:
Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la firmeza, color, fibra cruda y aceptabilidad general en muffins.

Determinar el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo que permita obtener la mejor firmeza, el mejor color, el mejor contenido de fibra cruda y aceptabilidad general en muffins.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Penca o cladodio de tuna (*Opuntia ficus* I)

2.1.1. Generalidades

El nopal denominado penca o cladodio es una planta arbustiva, rastrera o erecta, que se ubica en zonas templadas-semiáridas y tropicales secas que pueden alcanzar de 3 a 5 m de altura. Su tronco es leñoso y mide entre 20 y 50 cm de diámetro. Sus hojas están formadas por pencas de 30 a 60 cm de largo por 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor (Zamora, 2011). El cladodio recibe nombre de nopalito, cuando los brotes son tiernos entre 3-6 meses y 10 a 15 cm de largo, y de pencas cuando se encuentran parcialmente lignificados (cladodios de 2-3 años) (Sáenz y otros, 2006).

Entre los aspectos menos conocidos del aprovechamiento de la planta se encuentra la utilización del mucílago, un biopolímero presente tanto en las pencas como en los frutos. Este hidrocoloide presenta un interesante potencial como ingrediente para la industria alimentaria y no alimentaria. Sus propiedades tecno funcionales, principalmente reológicas (viscosidad), nutricionales (prebiótico) y medicinales (protectores gástricos de extracto de mucilago) (Sáenz y otros. 2006; León-Martínez y otros, 2010) hacen de este biopolímero un compuesto de especial atractivo para la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, entre otras. Debido a su alta actividad de agua (Aw>0.8) y a su composición, el mucilago fresco es susceptible al ataque microbiano, su extracción y transformación en polvo mediante algunos procesos de secado (atomización o liofilización) extendería su vida útil y se estaría más

cerca de comenzar a producirlo a mayor escala (Medina-Torres y otros, 2013).

En el Anexo 8, se muestra la Ficha técnica de la penca de tuna en polvo presentada por empresa PROAGROSUR de la Joya Arequipa.

2.1.2. Propiedades y beneficios de la penca de tuna

Según Nutrioptima (2015) menciona que los tallos y frutas de la tuna contienen ocho flavonoides, los cuales poseen propiedades antioxidantes, alto en contenido de vitamina C. Determinaron que la penca de la tuna y la pera espinosa tiene un potencial antioxidante, disminuyendo el daño oxidativo de los lípidos y mejoraban el estado antioxidante de los humanos saludables, solo la pera espinosa afectaba significativamente el estrés oxidativo del cuerpo.

Beneficios que presenta la penca de tuna son los siguientes:

- El colesterol: No contienen grasas saturadas, que son componentes que elevan el colesterol en muchos alimentos.

- Diabetes: La penca ha sido estudiada por sus efectos en los niveles de azúcar en sangre, y un estudio encontró que los extractos de cacto pueden producir una disminución significativa en los valores de glucosa en la sangre casi en un 18%. La adición de penca de tuna en las comidas tradicionales mexicanas altas en carbohidratos en pacientes con diabetes de tipo 2 puede inducir una reducción en la concentración de glucosa después de las comidas.

- Ulcera: El cacto opuntia ficus indica se ha utilizado en la medicina tradicional siciliana durante años, para tratar úlceras gástricas. Los científicos italianos realizaron tratamientos con penca de tuna en

animales de laboratorio antes de la inducción de úlceras gástricas y encontraron que este pre-tratamiento ofrecía una acción protectora contra las úlceras, probablemente por el mucílago presente en la planta.

- Sistema cardiovascular: Cada penca de tuna proporciona 227 mg de potasio (6% del valor diario) y solo 5 mg de sodio (2% del valor diario). Una dieta alta en potasio y baja en sodio puede evitar la hipertensión arterial o ayudar a reducir la presión arterial si ya está alta. La hipertensión aumenta el riesgo de accidentes cerebrovasculares y de desarrollar enfermedades renales.

2.2. Muffins

2.2.1. Generalidades

Petrik (2013) indica que a partir de 1950 se comenzaron a comercializar distintos paquetes de muffins, tanto en Inglaterra como en Estados Unidos. El muffin guarda similitudes con la magdalena pero es un alimento distinto, debido a que presenta un sabor menos dulce y guarda otro tipo de elaboración, ingredientes y sabores de toda clase. Se consumen habitualmente en el desayuno o merienda. El pastel se consumía preferiblemente en desayunos o como tentempié, y se incluyeron varios sabores como fruta seca o fresca, especias y chocolate. Hoy en día hay muffins de casi todos los sabores posibles.

García (2010) menciona que son bizcochuelos, panqués o muffins son alimentos elaborados con tres ingredientes principales: harina, huevo y azúcar, y se caracterizan por tener un desarrollo de los alvéolos producido por el aire incorporado durante el batido y su expansión durante la cocción. La calidad de la harina juega un papel fundamental en la calidad final del producto.

Wheat Foods Council (2005) define a los Muffins como panes rápidos porque no contienen levadura, y por lo tanto, no requieren todo el tiempo dedicado a amasar. La forma de un muffins debe ser uniforme, libre de picos, sin grietas y ser grande en proporción al peso. El color exterior debe ser un color 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. Los muffins pueden variar mediante la adición de frutas, frutos secos, hierbas, queso, carnes o especias picadas a la masa.

2.2.2. Valor nutricional de los muffins

Los muffins son ricos en carbohidratos complejos y vitaminas del grupo B. Si contienen salvado, frutas, verduras y/o se hacen con harina de trigo integral contienen una buena fuente de fibra. Muchas recetas comerciales tienen alto contenido en grasa, a menudo contiene de 5 a 8 g por muffin (Wheat Foods Council, 2005).

En el Cuadro 1, se muestra la composición nutricional para un muffin común con saborizante, se puede resaltar su alto contenido en carbohidratos y grasa, con un mínimo contenido en fibra.

Cuadro 1. Composición de muffins (en 100 g de porción).

Componentes	**%**
Agua	22.5
Proteínas	6.9
Grasas	11.3
Carbohidratos	58.3
Fibra	0.3
Cenizas	1.0

Fuente: Bejarano y otros (2002).

2.3. Ingredientes y su funcionalidad

Harina de trigo

Según CANIMOLT (Cámara Nacional de la Industria de Trigo Molinera) (2005) menciona que la harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano de trigo maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte de la cascarilla (salvado) y el germen. El resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada. La harina contiene entre un 65 y un 70% de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otros componentes como celulosa, azúcares y grasas. La molienda de trigo consiste en separar el endospermo que contiene el almidón de las otras partes del grano. El trigo entero rinde más del 72% de harina blanca y el resto es un subproducto. En la molienda, el grano de trigo se somete a diversos tratamientos antes de convertirlo en harina.

Fernández (2015) menciona las siguientes características que debe presentar la harina de trigo como insumo para la panadería, bollería y pastelería.

- Color: El color ideal para una harina es un blanco regular El trigo blando produce harinas más blancas; el color de la harina tendrá una gran influencia sobre el producto final.
- Fuerza: La fuerza de la harina pastelera se mide por la capacidad de retención de humedad, tiene que gelatinizar con mayores volúmenes de agua para poder soportar, grasas y otros ingredientes.
- Sabor y olor: El sabor de la harina puede ser percibido en el producto final. Las harinas de alta extracción tienen sabor a trigo. Un mal almacenamiento puede traer como consecuencia a la información de mohos con olores fuertes que pueden ser arrastrados hasta el producto final.
- Tolerancia: En la elaboración de los pasteles no es recomendable que las harinas se endurezcan por periodos prolongados, estas deben tolerar las variaciones de mezclado, sin desmerecer el grano, textura, volumen y suavidad.

Azúcar

Moreno (2006) menciona que el elevado contenido de azúcar en los productos batidos mejora el mantenimiento de su calidad a la vez que les brinda el sabor dulce, ablanda humedece a los productos batidos. Sufre una serie de complejas reacciones de pardeamiento por encima de los 160 ºC, y los productos de las mismas forman la corteza marrón de varios productos horneados. Se conoce como la reacciones de Maillard y son esencialmente reacciones de caramelizarían catalizadas en medio acido.

La pastelería se caracteriza por su sabor dulce, que proviene mayormente de los azúcares, glúcidos y edulcorantes. Estas sustancias conceden ternura y fineza a las masas, dan color a las cortezas, y actúan como agentes de cremado en los batidos donde intervienen grasas y

huevos. Prolongan la duración de los productos horneados, ya que retienen la humedad (Fernández, 2015).

Agente químico leudante

Fernández (2015) menciona que los agentes leudantes químicos (bicarbonato de sodio, bicarbonato de amonio y polvo de hornear) actúan en presencia de líquidos y de altas temperaturas. Algunos reaccionan por la sola hidratación (con agua, jugos de fruta o leche); en estos casos, las masas deben hornearse en cuanto se terminan de confeccionar. Otros en cambio, comienzan a desarrollar su poder leudante cuando entran en el horno, pues poseen componentes que se activan con el calor. El polvo para hornear, también se conoce como polvo leudante/levadura química. Es una mezcla de bicarbonato de sodio más un ácido (tartárico) con el que reacciona. Para una mejor distribución se tamiza junto con la harina. La dosis promedio es del 3% del peso de harina. Esta proporción puede variar ya que una masa para tarta lleva una dosis mínima y un budín cargado de frutas requiere mucho más.

Mantequilla o margarina

La mantequilla es el producto graso obtenido exclusivamente de la crema de leche higienizada, con o sin adición de sal y es muy usada en pastelería fina debido a su sabor y características especiales (Novo y otros, 2012 y Fernández, 2015). Por lo contrario la margarina es una grasa comestible compuesta esencialmente de aceite vegetal, agua, colorante y sabor especial a leche (Fernández, 2015).

Leche

Moreno (2006) indica que 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, a su vez, ayuda en el desarrollo de una corteza firme. La grasa y las proteínas de la leche y de otros productos lácteos contribuyen con el sabor y el volumen. El ácido láctico de la leche aumenta la estabilidad del gluten. El resultado es un producto con una textura interna fina.

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 y productos terminados, se utiliza principalmente en la elaboración de masas de levadura (bizcochos), también para helados, cremas, etc. En los productos de pastelería mejora su gusto produciendo una corteza más dorada y crujiente. El producto se mantiene fresco más tiempo (Fernández, 2015).

Huevos

El huevo es un elemento imprescindible en la pastelería, especialmente en las masas fermentadas y batidas. Para las masas batidas, bizcochuelos, el huevo es fundamental para obtener una buena miga dar mayor emulsión y aumentar el volumen, obtener una textura más esponjosa, además de permitir que se conserven más blandas durante más tiempo (Velásquez, 2013).

Sal

Novo y otros (2012) mencionan que la sal es el producto cristalino constituido fundamentalmente por cloruro sódico en condiciones que le hacen apto para uso alimentario y que se conoce con el nombre de sal comestible o simplemente sal. Como principal acción en el producto, potencializa y resalta el sabor del azúcar.

2.4. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de alimentos es una disciplina científica cuyo objetivo es estudiar las sensaciones que producen los alimentos. Cuando se consume un alimento se están recibiendo estímulos visuales (color, forma, brillo, etc.), estímulos táctiles (percibidos en la superficie de los dedos, en el epitelio bucal, etc.), estímulos olorosos (percibidos en el epitelio olfativo), estímulos gustativos (percibidos en las papilas gustativas), e incluso estímulos auditivos (alimentos crujientes, etc.) (Iñaki y otros, 2007).

La evaluación sensorial de alimentos se lleva a cabo por medio de diferentes pruebas, dependiendo del tipo de información que se busque obtener. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las de discriminación y las descriptivas. Las pruebas afectivas son aquellas que buscan establecer el grado de aceptación de un producto a partir de la reacción del juez evaluador. Por otro lado las pruebas de discriminación son aquellas en las que se desea establecer si dos muestras son lo suficientemente diferentes para ser colocadas como diferentes. Finalmente las pruebas descriptivas intentan definir las propiedades de un alimento y medirlas de manera más objetiva posible. Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los 30 consumidores. Asimismo,

permite medir el grado de preferencia del panelista 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).

La más utilizada en productos nuevos son las pruebas afectivas con una escala hedónica, se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso. (Al-sayed y Ahmed, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Ejecución

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

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materia prima

- Harina de trigo de alta calidad, proveniente del mercado Mayorista, Marca Cogorno.
- Penca de tuna (*Opuntia ficus* I) en polvo, proveniente de empresa PROAGROSUR de la Joya Arequipa. Ver Anexo 1.

3.2.2. Insumos

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

3.2.3. Instrumentos

- Balanza analítica. Marca A&D Company. Sensibilidad 0.0001 g. Capacidad: 210 g
- Colorímetro Minolta. Modelo CR – 400.
- Texturómetro Universal Instron. Celda de 50N, Modelo 3342

3.2.4. Reactivos

- Ácido sulfúrico. H_2SO_4 (1.25%)
- Hidróxido de sodio. NaOH (1.25%)

3.2.5. Equipos

- Horno a convección rotativo. Marca NOVA. Modelo Max 750.
- Amasadora – Sobadora. Marca NOVA. Modelo K25. Capacidad 40 kg.
- Estufa de convección de aire. Marca Venticel

3.2.6. Otros

- Moldes de metal para muffins
- Moldes de papel para muffins (Pirotines)
- Vaso de precipitación
- Matraz 200 mL
- Agua destilada

3.3. Metodología

3.3.1. Esquema experimental para elaboración de muffins

La Figura 1 muestra el esquema experimental para la evaluación de los muffins elaborados con penca de tuna (*Opuntia ficus* l) en polvo, donde la variable independiente es el porcentaje de sustitución de harina penca de tuna en polvo (0, 19.23, 38.46 y 57.69%) y como variables dependientes las características fisicoquímicas (firmeza, color, fibra cruda) y sensoriales (aceptabilidad general).

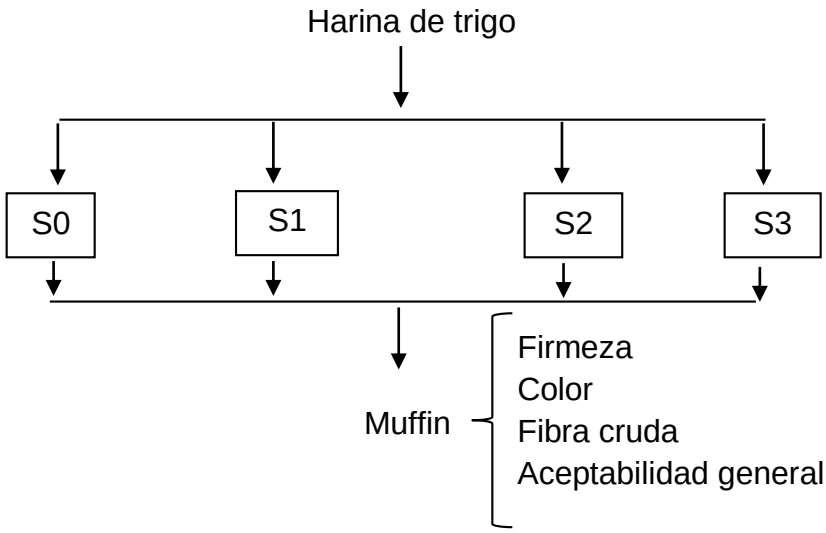

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de muffins con penca de tuna en polvo.

Donde:

S0: 0% de sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo

S1: 19.23% de sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo

S2: 38.46% de sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo

S3: 57.69% de sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo

3.3.2. Procedimiento experimental para la elaboración de muffins con sustitución parcial de penca de tuna en polvo

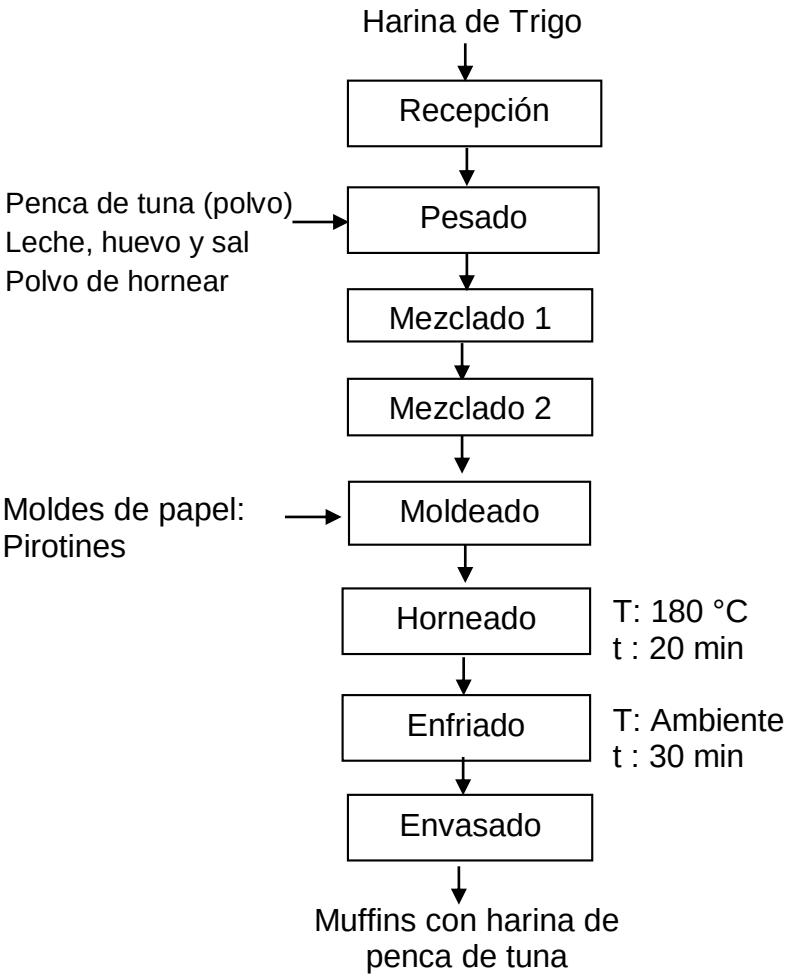

Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de muffins con penca de tuna en polvo.

La descripción del diagrama de flujo se presenta a continuación:

Recepción. Los ingredientes fueron recibidos con las debidas condiciones de higiene y calidad verificando su fecha de vencimiento.

Pesado. Se pesaron los ingredientes de acuerdo a la formulación indicadas en el Cuadro 3 según las sustituciones.

Mezclado 1. Se mezcló en primer lugar las claras de huevo, el azúcar y la sal durante 5 min a una velocidad de batido número 2. Seguidamente se añadió la yema de huevo y la leche para continuar la operación durante 2 min a la misma velocidad.

Mezclado 2. Luego se adicionó la harina de trigo, penca de tuna en polvo (directo del frasco adquirido por SALVIDA) y el polvo de hornear para ser mezclados a una velocidad de batido 3 durante 1 min. Finalmente se añadió la margarina y se mezcló por 10 min.

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.

Horneado. Los moldes se colocaron en un horno convencional rotativo durante 20 min a 180 °C.

Enfriado. En esta etapa los muffins una vez horneados se dejaron reposar por 30 min hasta alcanzar la temperatura ambiente con un peso de 32 g.

Envasado. Se colocaron en fundas plásticas para posteriormente ser evaluadas.

3.3.3. Formulación base de muffins con penca de tuna

En el Cuadro 2, se aprecia la formulación base para la elaboración de muffins, a partir de la cual se realizaron las sustituciones con penca de tuna en polvo como se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 2.Formulación base para la elaboración de muffins.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina de trigo especial (*)	26
Azúcar	26
Polvo de hornear	2
Margarina	10
Leche	12.5
Yema de huevo	7.5
Clara de huevo	15
Sal	1.0
Total	100

(*) El porcentaje de harina de trigo fue sustituido por penca en polvo (0, 19.23, 38.46 y 57.69%)

Fuente: Ramírez y otros (2015).

Cuadro 3. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de penca de tuna para la elaboración de muffins

Sustitución (S)	Harina de trigo (g)	Harina de Penca de tuna (g)	Sustitución (%)
S0	260	0	0.00
S1	260	50	19.23
S2	260	100	38.46
S3	260	150	57.69

Cuadro 4. Formulación según sustitución (en 1000 g de porción)

Ingredientes	Cantidades							
	Sustitución 0%		**Sustitución 19.23%**		**Sustitución 38.46%**		**Sustitución 57.69 %**	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Harina de trigo especial	26	260	21	210	16	160	11	110
Penca de tuna en polvo	0	0	5	50	10	100	15	150
Azúcar	26	260	26	260	26	260	26	260
Polvo de hornear	2	20	2	20	2	20	2	20
Margarina	10	100	10	100	10	100	10	100
Leche fresca entera	12.5	125	12.5	125	12.5	125	12.5	125
Yema de huevo	7.5	75	7.5	75	7.5	75	7.5	75
Clara de huevo	15	150	15	150	15	150	15	150
Sal	1	10	1	10	1	10	1	10
Total	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000

3.3.4. Método de análisis

3.3.4.1. Firmeza

La firmeza se determinó de manera instrumental, utilizando un Texturómetro Instron, con el software Bluehill Lite; con él se

midió la resistencia a la penetración (N). Los muffins fueron cortados horizontalmente a la altura de la copa, desechando la mitad superior y se evaluó a 1.5 cm de la mitad inferior, retirándole el molde de papel. La prueba se realizó con una cruceta de 79 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), con modificaciones del autor.

3.3.4.2. Fibra cruda

Se empleó el método por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC, 1997). De acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se pesó 2 g de muestra y se colocó en un vaso de precipitado, luego se añadió 200 mL de H_2SO_4 (1.25%).
- Se calentó a ebullición durante 30 min, moviendo constantemente. El producto obtenido se filtró y se lavó con agua destilada caliente, la filtración se realizó en menos de 10 min.
- Posteriormente la muestra se transfirió a un matraz con 200 mL de NaOH (1.25%), para ser llevado a ebullición por 30 min.
- Al producto obtenido se filtró y lavó con agua destilada caliente. Los residuos fueron llevados a la estufa a secar a 130 °C por 2 h.
- Transcurrido el tiempo establecido se enfrió y pesó. Una vez secos los residuos, fueron colocados en la mufla a 500-600 °C por 3 h.
- Se dejó enfriar y se pesó.

La determinación de la cantidad de fibra cruda se realizó por diferencia de peso:

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{Ps - Pc}{M} x\ 100$$

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

3.3.4.3. Color

Se utilizó el sistema CIELAB, usando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400. El equipo se calentó durante 10 min y calibró con un blanco estándar. El color de los muffins se midió para obtener los valores de L* (luminosidad) en el rango de 0 (negro) y 100 (blanco), los valores de a* (color rojo a verde) y los valores de b* (color amarillo a azul) (Romero y otros, 2004).

3.3.4.4. Evaluación sensorial

Las muestras se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general usando una escala hedónica estructurada 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. Se trabajó con 30 panelistas no entrenados, consumidores de muffins o productos similares y representantes del público objetivo (Al-sayed y Ahmed, 2013). A cada panelista se entregó un plato con cuatro muestras identificadas según la sustitución de la harina (0, 19.23, 38.46 y 57.69%) cada muestra fue de 20 g acompañado de un vaso agua para la evaluación.

En la Figura 3 se muestra la ficha para la evaluación de aceptabilidad general en muffins con sustitución parcial por penca de tuna en polvo.

EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre:_____ **Fecha:**_____

Producto: Muffins con sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo

Indicaciones: Pruebe las muestras que se le presentan e indique, según la escala, su opinión sobre la aceptabilidad general de ellas. Marque con un aspa (X) el renglón que corresponda a la clasificación para la muestra.

Escala:	**Muestras**			
	124	**234**	**346**	**438**
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	.....	.....	.....	.....

Figura 3. Ficha para la evaluación de aceptabilidad general en muffins.

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005).

3.3.4.5. Análisis estadístico

El método estadístico correspondió a un diseño de un solo factor (sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo) con 4 repeticiones. Para el contenido firmeza, color (L*, a* y b*) y fibra cruda, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ($p<0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, 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 de Friedman y Wilcoxon. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se usó el software IMB-SPSS versión 24.0 y para las Figuras Minitab 17.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la firmeza en muffins

En la Figura 4, se observan los valores de firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo, los resultados oscilaron entre 1.11 N (muestra control) hasta 1.48 N (sustitución más alta), esto nos indica que al incrementar los niveles de sustitución de harina se observa que la textura va cambiando obteniendo una firmeza más compacta (dura). Los resultados obtenidos del análisis de la variable se muestran en el Anexo 1.

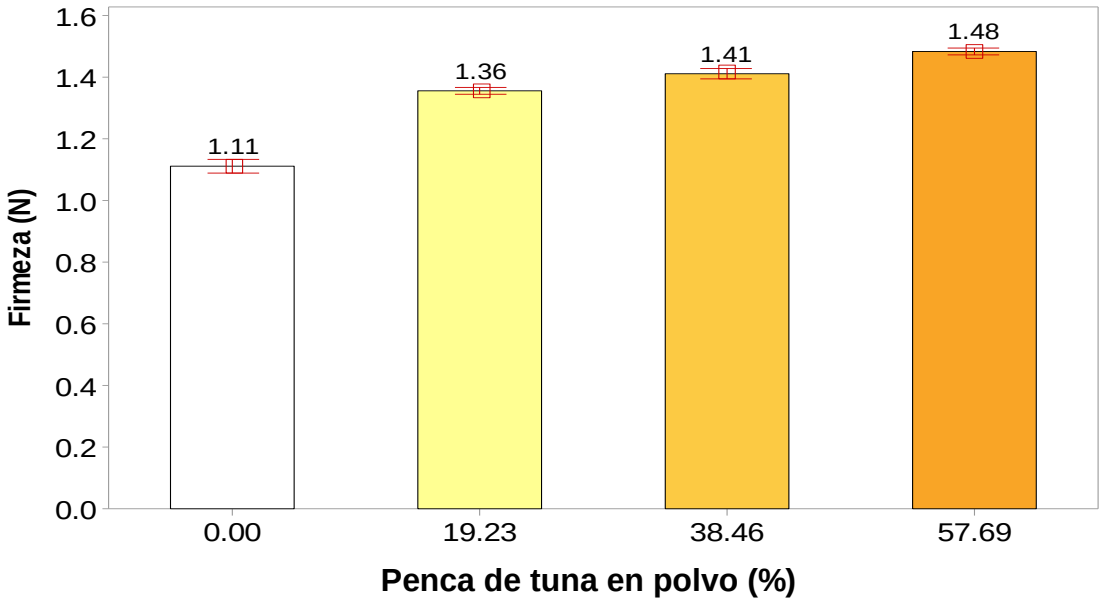

Figura 4. Valores de firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins

Arteaga (2016) estudió el efecto de la sustitución de harina de trigo *(Triticum aestivum)* por cáscara de uva *(Vitis vinífera)* en polvo en

porcentajes de 0, 10, 20 y 30% en la elaboración de muffins obteniendo resultados de firmeza de 0.58 hasta 1.23 N, guardando relación con la investigación determinado que al aumentar la sustitución se incrementa los valores de firmeza.

Ayadi y otros (2009) estudiaron el efecto de la adición de dos tipos harina de penca de tuna (*Opuntia ficus indica Amylocea* y *Opuntia ficus indica Inermis*) en cantidades de 0, 5, 10, 15 y 20% en la elaboración de tortas, indicando valores de firmeza entre 0.945 a 2.026 N, resultados que muestran valores más altos que los obtenidos en esta investigación, esto se debe a la diferente textura que presenta el muffins.

La harina de trigo es el principal ingrediente de los productos de bollería y pastelería, es el que proporciona las características de textura, estructura y sabor gracias a las proteínas y el almidón que contiene. Esta estructura repercute en la firmeza del producto horneado obteniéndose una miga relativamente blanda, elástica y esponjosa. Además, el almidón también interviene manteniendo la viscosidad adecuada en la masa. Los cambios estructurales que ocurren en la masa durante el horneado son factores determinantes en la formación y evolución de las burbujas, en la estructura y textura del producto final (Martínez, 2013).

En el Cuadro 5, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de firmeza en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo, denotándose la existencia de homogeneidad de varianzas ($p>0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar estadísticamente el mejor tratamiento.

Cuadro 5. Prueba de Levene para la firmeza en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Estadístico de Levene	**P**
0.470	0.708

En el Cuadro 6, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de firmeza en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo.

El análisis de varianza determinó que la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo presentó efecto significativo ($p<0.05$) sobre la firmeza en muffins.

Cuadro 6. Análisis de varianza para los valores de firmeza en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Origen	**Suma de cuadrados**	**Grados de libertad**	**Media cuadrática**	**F**	**P**
Sustitución	0.313	3	0.104	105.030	0.000
Error	0.012	12	0.001		
Total	0.325	15			

Aguirre (2016) reportó valores más altos como 4.35, 3.13, 3.34 y 3.82 N sobre la firmeza en la elaboración de muffins con la adición de pulpa de lúcuma (*Pouteria obovata*) variedad seda en cantidades de 0, 10, 20 y 30% respectivamente con un efecto significativo ($p<0.05$).

Arteaga (2016) reportó valores de 0.58, 0.63, 1.07 y 1.23 N sobre la firmeza en la elaboración de muffins con una sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo, con efecto significativo ($p<0.05$).

Ayadi y otros (2009) obtuvieron resultados de 0.945 a 2.026 N sobre la firmeza en la elaboración de tortas en la adición de harina de penca de tuna (*Opuntia ficus indica Amylocea* y *Opuntia ficus indica Inermis*) reportando el efecto significativo ($p<0.05$).

En el Cuadro 7 se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de firmeza en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo. Se observa en el subgrupo 2 al tratamiento con 19.23% de sustitución con valor de 1.36 N, cercano al control con 1.11 (subgrupo 1).

Cuadro 7. Prueba de Duncan para la firmeza en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins

Penca de tuna en polvo (%)	**Subgrupo**			
	1	**2**	**3**	**4**
0.00	1.11			
19.23		1.36		
38.46			1.41	
57.69				1.48

Arteaga (2016) reportó que la sustitución de harina de trigo *(Triticum aestivum)* por cascara de uva *(Vitis vinífera)* en polvo al 20% fue de 1.07% siendo considerada la mejor ya que presentó cercanía a su muestra control de 0.58%, comparando con los valores obtenidos en esta investigación se considera que la mejor sustitución fue de 19.23% con 1.36%.

4.2. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la fibra cruda en muffins.

En la Figura 5 se tiene los valores de fibra cruda en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo, donde se observa que a mayor sustitución el contenido de fibra cruda aumentó de 3.21 a 4.24%.

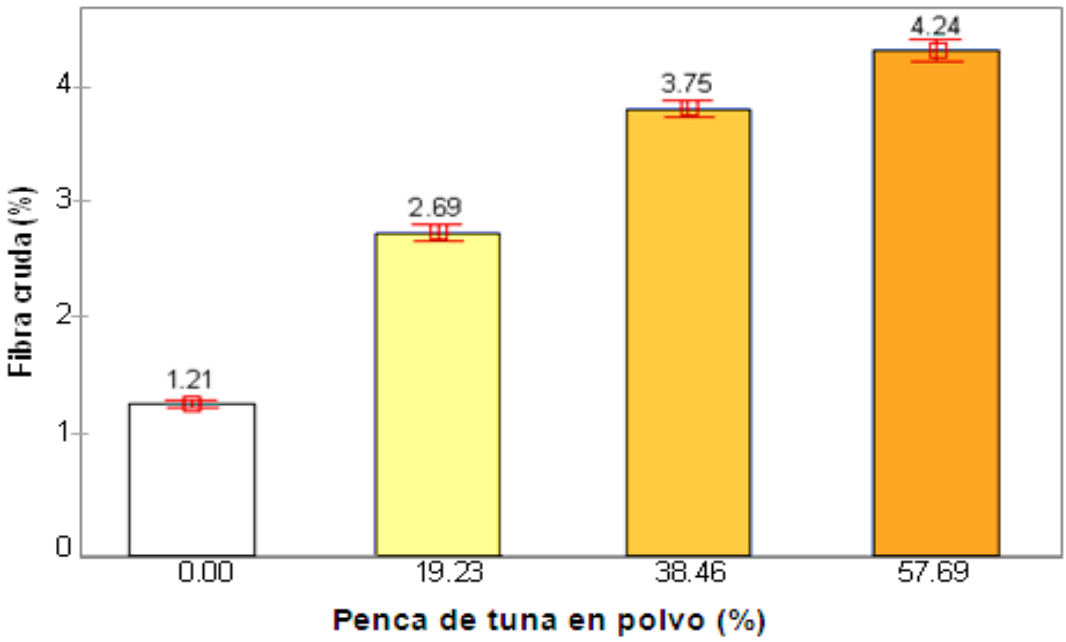

Figura 5. Valores de fibra cruda en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Arteaga (2016) evaluó la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo en cantidades (0, 10, 20 y 30%) en muffins, obteniendo un incremento de la fibra cruda según el aumento de la sustitución, obteniendo resultados entre 0.70, 1.12, 1.35, 1.83%; respectivamente, comparándolos con los valores obtenidos en esta investigación, se observa que existen diferencias con la sustitución parcial de la penca de tuna en polvo teniendo como resultados los valores de 1.21, 2.69, 3.75 y 4.24%.

Padrón y otros (2009) evaluaron la influencia de la sustitución parcial de harina de trigo con harinas de penca de tuna (*Opuntia boldinghii Britton & Rose*) integral e hidrolizada enzimáticamente como fuente de fibra en postres tipo ponquecito o quequitos, con sustituciones de 0, 10, 15 y 20%, donde el contenido de fibra cruda se incrementó de 0.32 a 0.81% en la sustitución con harina integral y de 0.32 a 0.47% en la sustitución con harina hidrolizada enzimáticamente.

Ramírez y otros (2015) indicaron que el aumento de fibra en muffins elaborados con sustitución de harina de trigo por subproductos del procesamiento de mango está relacionado con la presencia de celulosa y hemicelulosa. En las frutas, las paredes celulares constituyen la mayor parte de fibra dietaría, estos incluyen pectinas, celulosa y otros compuestos como lignina y cutina (Gonzales y otros, 2011).

Sáenz y otros (2006) determinaron que las pencas de tuna se caracterizan por poseer altos contenidos de cenizas y que su composición varia con su edad oscilando valores de cenizas de 14,40 a 21,00 g/100g MS.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de contenido de fibra en muffins, con la sustitución parcial de

harina de trigo por pencas de tuna en polvo, denotándose la existencia de homogeneidad de varianzas (p>0.05), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar estadísticamente el mejor tratamiento.

Cuadro 8. Prueba de Levene para fibra cruda en la sustitución parcial de harina de trigo por pencas de tuna en polvo en muffins

Estadístico de Levene	**P**
0.780	0.529

En el Cuadro 9, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de contenido de fibra en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por pencas de tuna en polvo.

El análisis de varianza determinó que la sustitución parcial de harina de trigo por pencas de tuna en polvo presentó efecto significativo (p<0.05) sobre el contenido de fibra en muffins.

Cuadro 9 Análisis de varianza para los valores de fibra cruda en la sustitución parcial de harina de trigo por pencas de tuna en polvo en muffins

Origen	**Suma de cuadrados**	**Grados de libertad**	**Media cuadrática**	**F**	**P**
Sustitución	2.108	3	0.703	36.123	0.000
Error	0.233	12	0.019		
Total	2.341	15			

Arteaga (2016) reportó valores de 0.70, 1.12, 1.35, 1.83% sobre la fibra cruda en la elaboración de muffins con la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo en cantidades (0, 10, 20 y 30%) respectivamente, con un efecto significativo ($p<0.05$).

Padrón y otros (2012) elaboraron muffins con sustitución de harina de trigo por harinas de pencas de cactus (*Opuntia boldinghii* Britton y *Rose*) integral e hidrolizada enzimáticamente (0, 10, 15 y 20%) en la elaboración de muffins donde el contenido de fibra cruda incrementó de 0.32 a 0.81% en la sustitución con harina integral y de 0.32 a 0.47% en la sustitución con harina de pencas hidrolizada enzimáticamente.

Corrales y Erazo (2010) reportaron valores sobre la fibra cruda en la elaboración de muffins, sus resultados oscilaron entre 2.16 hasta 2.87%, mientras que la muestra control obtuvo 0.30% con un efecto significativo ($p<0.05$) en la adición de almidón de achira (*Canna indica*) (25, 35 y 45%), leche (vaca y soya) en 17% para cada tipo de leche y edulcorantes (azúcar y panela) en cantidad de 10% para cada tipo de edulcorante.

En el Cuadro 10 se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de contenido de fibra en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo. Se observa en el subgrupo 4 al tratamiento con 57.69% de sustitución que presentó el mayor contenido de fibra (4.24%).

Cuadro 10 Prueba de Duncan para fibra cruda en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Penca de tuna en polvo (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0.00	1.21			
19.23		2.69		
38.46			3.75	
57.69				4.24

4.3. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre color en muffins.

En la Figura 6 se tiene los valores de L* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo, donde se observa una disminución de la luminosidad L* reportando valores de 76.07 a 51.41.

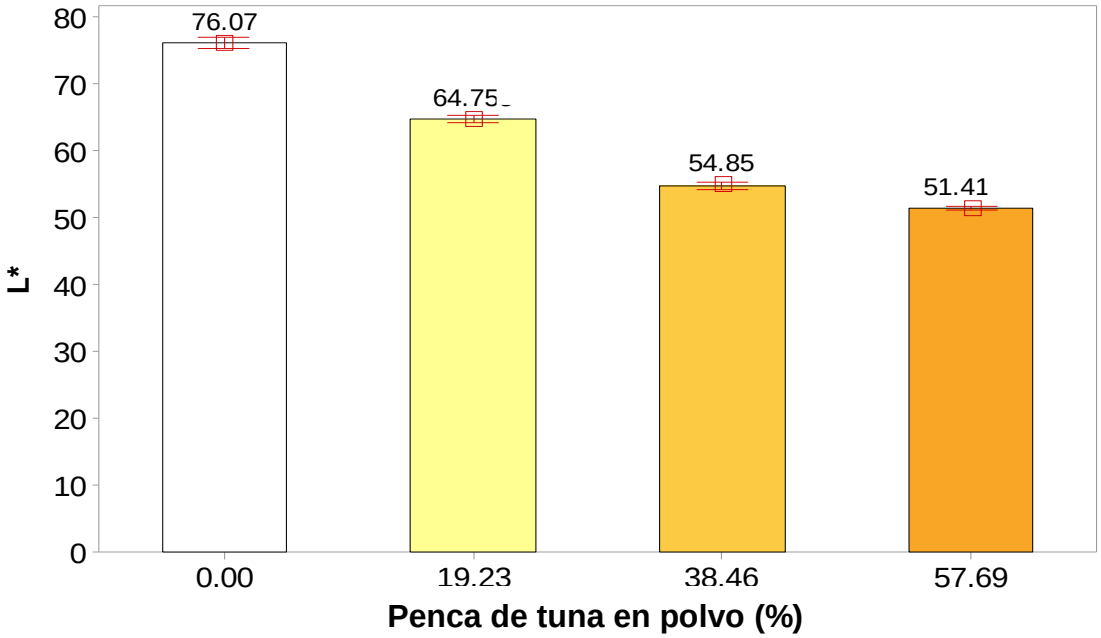

Figura 6. Valores de L* en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Arteaga (2016) determinó la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo (0, 10, 20 y 30%) en la elaboración de muffins, produjo una disminución de L*, reportando valores de 75.34, 44.74, 40.09 y 36.86; respectivamente. Guardando relación con los valores obtenidos en la investigación que fueron de 76.07, 64.75, 54.85 y 51.41, esto se debe que al incremento de la sustitución parcial influye directamente con la luminosidad del muffins obteniendo un color más oscuro.

Reyes (2015) evaluó los parámetros de color (L*, a* y b*) en queques elaborados con pulpa de mango en cantidades de 0, 10, 20 y 30%. Reportando una disminución del valor L* al realizar el aumento en la sustitución; los valores oscilaron entre 61.31 a 56.79 guardando relación con los valores obtenidos en esta investigación.

Al-sayed y Ahmed (2013) evaluaron la sustitución parcial de harina de trigo por polvos de corteza de la sandía y cáscara de melón (0, 2.5, 5.0 y 7.5%) en la elaboración de tortas, reportando valores de luminosidad (L*) que disminuyeron entre 73.32 hasta 67.54.

Ayadi y otros (2009) evaluaron el efecto de la adición de harina de pencas de Cactus, *Opuntia ficus indica f. Amylocea* y *Opuntia ficus indica f. Inermis* (0, 5, 10, 15 y 20%) a la harina de trigo para la obtención tortas. Reportando valores de L* de 64.77 a 60.87 y de 69.23 a 58.9, de acuerdo al tipo de cactus, respectivamente.

En la Figura 7 se tiene los valores de a* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo, donde se observa que a mayor sustitución a* disminuyó de 4.41 a 2.82.

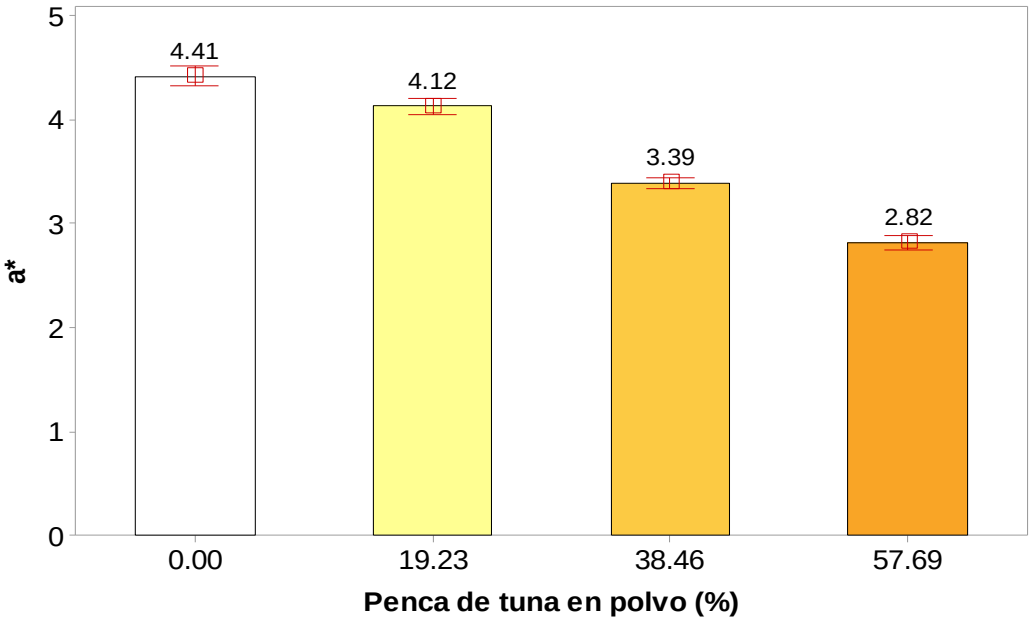

Figura 7. Valores de a* en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins

Ayadi y otros (2009) estudiaron el efecto de la adición de harina de pencas de Cactus (*Opuntia ficus indica Amylocea* y *Opuntia ficus indica Inermis*) (0, 5, 10, 15 y 20%) en la elaboración de tortas, reportando valores de a* disminuyeron de 13.35 a 8.76 y de 12.56 a 5.36 a medida que aumentaron los niveles de sustitución de harina de pencas, respectivamente.

En la Figura 8 se tiene los valores de b* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo, donde se observa que a mayor sustitución b* disminuyó de 22.91 a 12.10.

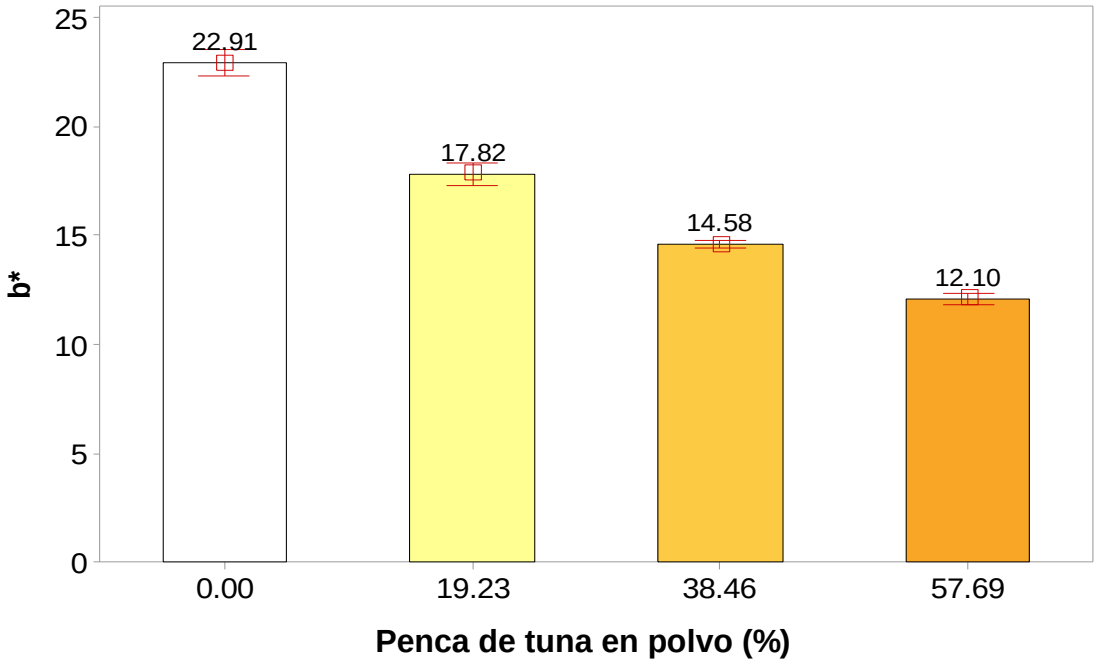

Figura 8. Valores de b* en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins

Arteaga (2016) determinó la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo (0, 10, 20 y 30%) en la elaboración de muffins, obteniendo una disminución en b* con valores de 21.73, 11.96, 11.46 y 10.69 respectivamente, se observa que en ambas investigaciones que al aumentar las sustituciones se produjeron una ligera disminución.

Ayadi y otros (2009) determinaron que la adición de harina de pencas de cactus (*Opuntia ficus indica Amylocea* y *Opuntia ficus indica Inermis)* (0, 5, 10, 15 y 20%) para la elaboración de tortas, se produce una disminución en b* reportando la misma tendencia a nuestra investigación con resultados de 33.07 a 30.08 y 34.76 a 32.24, respectivamente.

Padrón y otros (2009) determinaron que la sustitución de harina de trigo por harinas de pencas de cactus (*Opuntia boldinghii* Britton y *Rose*)

integral e hidrolizada enzimáticamente (0, 10, 15 y 20%) en la elaboración de muffins, se produjo una disminución en los resultados de cromaticidad b* reportando valores de 48.32 hasta 39.8 b* y 40.11 hasta 32.74, respectivamente con su muestra control de 46.82.

Como se observa que en la Figura 6 los valores de L* disminuyeron de 76.07 a 51.41 igualmente se producen los valores de b* como se observa en la Figura 8 con valores que oscilaron entre 22.91 a 12.10. Esto indicó que al aumentar la sustitución de harina por penca de tuna en polvo disminuye la luminosidad (L*) y cromaticidad (b)*, se puede deducir que lo que al alejarse de valores de 100 y acercarse a 0 el producto aumenta su color a ser más oscuro.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de L*, a* y b* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo, denotándose la existencia de homogeneidad de varianzas ($p>0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar estadísticamente el mejor tratamiento.

Cuadro 11. Prueba de Levene los valores de L*, a* y b* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins

Variable	Estadístico de Levene	P
L*	0.630	0.609
a*	0.460	0.716
b*	2.060	0.160

En el Cuadro 12, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de L*, a* y b* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo.

El análisis de varianza determinó que la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo presentó efecto significativo ($p<0.05$) sobre L*, a* y b* en muffins.

Cuadro 12. Análisis de varianza los valores de L*, a* y b* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Variable	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P
L*	Sustitución	1474.258	3	491.419	386.129	0.000
	Error	15.272	12	1.273		
	Total	1489.530	15			
a*	Sustitución	6.250	3	2.083	100.377	0.000
	Error	0.249	12	0.021		
	Total	6.499	15			
b*	Sustitución	261.429	3	87.143	112.771	0.000
	Error	9.273	12	0.773		
	Total	270.702	15			

El análisis de varianza determinó que la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo presentó efecto significativo ($p<0.05$) sobre L*, a* y b* en muffins.

Salvador y otros (2016) investigaron el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (0, 5, 10, 15 y 20%) por harina de soya en las características tecnológicas (pérdida de peso, actividad de agua (Aw), color instrumental, volumen específico y texturometría) y sensoriales de

cupcakes destinados a niños en edad escolar reportando diferencias significativas ($p<0.05$) entre las muestras siendo su mejor sustitución la de 10%, los resultados indicaron que este ingrediente puede sustituir a la harina de trigo sin alterar significativamente su calidad sensorial.

Arteaga (2016) reportó efecto significativo ($p<0.05$) de la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva en polvo (0, 10, 20 y 30%) sobre las características del color (L*, a* y b*) en la elaboración de muffins presentando valores para L* de 75.34 hasta 36.86, para a* de 6.62 hasta 4.38 y para b* de 21.73 hasta 10.69.

Ayadi y otros (2009) reportó efecto significativo ($p<0.05$) de la adición de dos tipos de harina de pencas de cactus (*Opuntia ficus indica Amylocea* y *Opuntia ficus indica Inermis*) en polvo (0, 5, 10, 15 y 20%) sobre las características del color (L*, a* y b*) reportando valores de L* de 64.77 a 60.87 y de 69.23 a 58.9, respectivamente, valores de a* de 13.35 a 8.76 y de 12.56 a 5.36, respectivamente y valores para b* de 33.07 a 30.08 y 34.76 a 32.24, de acuerdo al tipo de cactus, respectivamente,

En el Cuadro 13 se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de L* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo. Se observa en el subgrupo 3 al tratamiento con 19.23% de sustitución con valor de 64.76, cercano al control con 76.07 (subgrupo 4).

Cuadro 13. Prueba de Duncan para los valores de L* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins

Penca de tuna en polvo (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
57.69	51.41			
38.46		54.85		
19.23			64.76	
0.00				76.07

En el Cuadro 14 se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de a* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo. Se observa en el subgrupo 2 al tratamiento con 19.23% de sustitución con valor de 4.12, cercano al control con 4.41 (subgrupo 1).

Cuadro 14. Prueba de Duncan para los valores de a* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Penca de tuna en polvo (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0.00	4.41			
19.23		4.12		
38.46			3.39	
57.69				2.82

En el Cuadro 15 se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de b* en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo. Se observa en el subgrupo 3 al tratamiento con

19.23% de sustitución con valor de 17.82, cercano al control con 22.91 (subgrupo 4).

Cuadro 15. Prueba de Duncan los valores de b* en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Penca de tuna en polvo (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
57.69	12.10			
38.46		14.58		
19.23			17.82	
0.00				22.91

4.4. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la aceptabilidad general de muffins

En la Figura 9 se tiene el rango promedio de las calificaciones de aceptabilidad general en muffins, con la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo, donde se observa que el mayor valor obtenido fue de moda 8, fue para el muffins con 38.46% de sustitución.

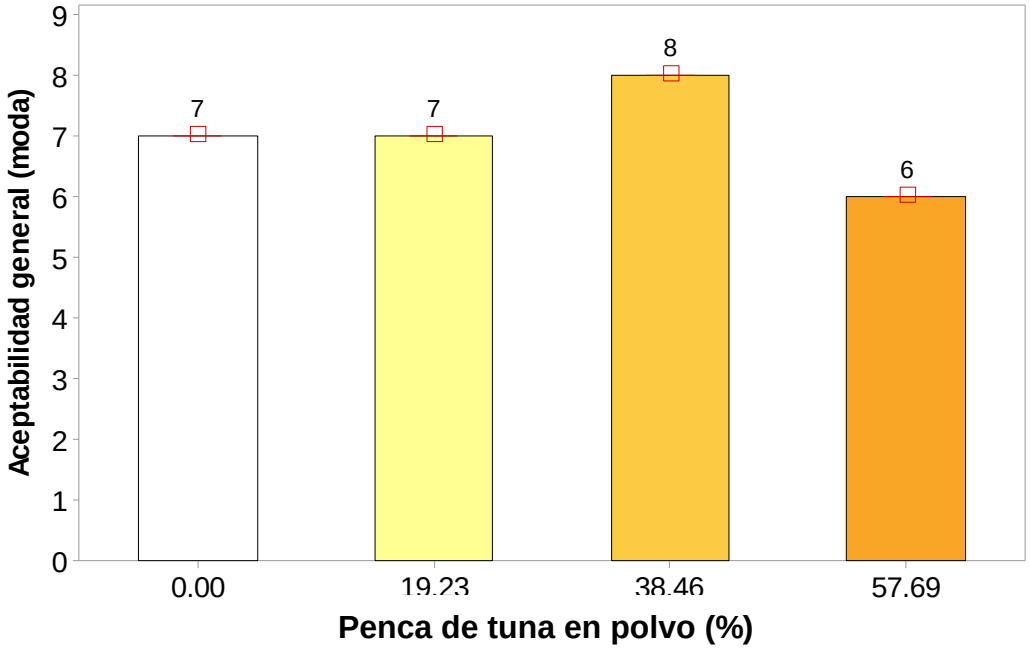

Figura 9. Valores de aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins

Arteaga (2016) reportó valores de 7.70, 7.37, 7.90 y 6.67 en la sustitución de harina de trigo por cáscara de uva (*Vitis vinífera*) en polvo (0,10, 20 y 30%) respectivamente, sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en muffins, determinando que el mejor porcentaje de sustitución más aceptada fue de 20%, en comparación con los resultados obtenidos por nuestros panelistas que optaron por una sustitución al 38.46% con una moda de 8 el cual es variable ya que depende de la apreciación de cada panelista.

En el Cuadro 16 se presenta la prueba de Friedman para aceptabilidad general en muffins, donde se observa que existió diferencia significativa ($p<0.05$) entre las muestras evaluadas, además, el muffins con el 10% de sustitución presentó el mayor rango medio de 3.60 con moda de 8 correspondiente a la percepción de "Me gusta mucho".

Cuadro 16. Prueba de Friedman aceptabilidad general en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Penca de tuna en polvo (%)	**Rango promedio**	**Moda**
0.00	2.52	7
19.23	2.76	7
38.46	3.60	8
57.69	1.12	6
Chi-cuadrado		69.026
P		0.000

Arteaga (2016) determinó efecto significativo ($p<0.05$) de sustitución de harina de trigo por de cáscara de uva en polvo (0, 10, 20 y 30%) sobre la aceptabilidad general en muffins reportando valores de 7.70, 7.37, 7.90 y 6.67 respectivamente.

Padrón y otros (2009) determinaron efecto significativo ($p<0.05$) reportando valores de 6.77, 4.73, 3.32 y 3.18 sobre los atributos de consistencia, color, olor y sabor en la sustitución de harina de trigo por harinas de pencas de cactus (*Opuntia boldinghii* Britton y *Rose*) integral y los valores de 6.77, 4.15, 3.17 y 2.68 para harina de pencas hidrolizada enzimáticamente (0, 10, 15 y 20%) respectivamente en la elaboración de muffins sobre la aceptabilidad general.

En el Cuadro 17 se presenta la prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en muffins, donde se comparó la muestra con mayor rango promedio (38.46% de sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo) existiendo diferencia significativa ($p<0.05$) con las demás

sustituciones; determinando que esta obtuvo la mayor aceptabilidad por los panelistas.

Cuadro 17. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo en muffins.

Penca de tuna en polvo (%)		**P**
	0.00	0.000
38.46	19.23	0.000
	57.69	0.000

V. CONCLUSIONES

Existió efecto significativo de la sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo sobre la firmeza, fibra cruda, color y aceptabilidad general en muffins.

Se determinó que la mejor sustitución parcial de harina de trigo por penca de tuna en polvo fue la de 38.46% con una aceptabilidad general de una moda 8 a la percepción de "Me gusta mucho" entre los panelistas presentado valores de una firmeza de 1.41 N, una fibra cruda con un 3.75%, un color en los parámetro de L* (54.85), para *a de 3.39 y para b* 14.58.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo especial por otros subproductos agroindustriales en polvo como cáscara de mango, mandarina, pomelo, melón, alcachofa y espárrago verde.

Evaluar la sustitución de la harina de peca de tuna, caracterizando la harina y conocer la composición química de la penca.

Evaluar otras variables como la masa y valor específico del producto final.

VII. BIBLIOGRAFÍA

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

Aguirre, C. 2016. Efecto de la adición de pulpa de lúcuma (*Pouteria obovata*) variedad seda sobre el color sensorial, color y firmeza instrumental y aceptabilidad general en muffins. Tesis para obtener el título de ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú

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.

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

Arteaga, P. 2016. Efecto de la sustitución de la harina de trigo por cascaras de uva (*Vitis vinífera*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en muffins. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.

Ayadi, M.; Abdelmaksoud. W.; Ennrouri, M. y Attia, H. 2009. Cladodes from Opuntia ficus indicaas a source of diatery fiber: Effect on dough characteristics and cake making. Industrial crops and Products, 30: 40-47

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.

Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, CANIMOLT, México 2005, Recuperado de http://www.canimolt.org/home

Corrales, F. y Erazo, H. 2010. Influencia del almidón de achira para elaboración de muffins adicionando leche y edulcorantes. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.

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.

Foschia, M. Peressini, D. Sensidoni, A. Brennan, C. 2013. The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. Journal of Cereal Science, 58: 216-227.

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. Oax, México.

González, G., Quirós, A., Palafox y H. Robles, R. 2011. Interacción de compuestos fenólicos y fibra dietaría: capacidad antioxidante y biodisponibilidad. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. XIII (3): 3-11.

Iñaki, A., Pérez, F., Albisu, M., Salmerón, J., Ojeda, M. y Gaston E. 2007. Guía para la evaluación sensorial de la calidad de los vinos tintos de Rioja Alavesa: vino jóvenes y vinos con crianza en barrica. COLECCIÓN LUR Nº 10. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

León Martínez, F. Méndez-Laguna, L. Rodríguez-Ramírez, J. 2010. Spray drying of nopal mucilage (*Opuntiaficus-indica*): Effects on powder properties and characterization. Carbohyd. Polym.81 (4): 864–870.

Matos, M. 2013. Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Martínez, S.2013. Reemplazo de grasa y azúcar en muffin y su efecto sobre las propiedades reológicas, térmicas, de textura y sensorial. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agroquímico. Universidad Pontificia de Valencia. España.

Medina-Torres, L. García-Cruz, E. Calderas, F. González Laredo, R. Sánchez-Olivares, G. Gallegos-Infante, J.A. Rocha Guzmán, N.E. Rodríguez-Ramírez, J. 2013. Microencapsulation by spray drying of gallic acid with nopal mucilage (*Opuntia ficus* I.). LWT - Food Sci. Technol. 50 (2): 642–650

Moreno E. 2006. Pág. Web Funciones que cumplen los ingredientes empleados en la elaboración del pan. Recuperado de www.alimentosargentinos.gob.ar

Novo, D. Urdiroz, A. Gruat, A. Costa, A. Ortiz, A. Quilez, J. López, E. Marcet, B. Martínez, E. García, E. Martín, S. López, M. Hurtado, A. Alonso, I. Fernández, V. 2012. Manual de Calidad de Panadería, Bollería y Pastelería. Asociación

Nutrioptima. Chile. 2015. Recuperado de: https://www.nutrioptima.com/guia/hierbas/nopal-propiedades-beneficios/

Padrón, C. Aguirre, C y Moreno, M. 2009. Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo con harinas de cladodios de cactus (*Opuntia boldinghii Britton & Rose*) integral e hidrolizada enzimáticamente como fuente de fibra en postres tipo ponquecito. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, 22 (1): 63-71.

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

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 (*Mangífera índica*) Ataulfo processing by-product. Food Research International, 73:117 - 123.

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

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. Recuperado de: www.respyn.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/

Romero, R., Ledesma, A., Robles, R., Morales, R., Martínez, L. y León, R. 2004. Caracterización de galletas elaboradas con cascarilla de orujo de uva. Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. Rev. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Edición, 54: 1. Recuperado de: http://www.alanrevista.org/ediciones/20041/caracterizacion_galletas_cascarilla_orujo_uva.asp

Sáenz, C., Berger, H., Corrales García, J., Galletti, L., García de Cortázar, V., Higuera, I., Mondragón, C., Rodríguez-Félix, A., Sepúlveda, E. Varnero, M.T. 2006. Utilización agroindustrial del nopal. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO Nº 162. Roma.

Sagarpa, S. 2016. Retos y perspectivas para los pequeños productores mexicanos ante la apertura comercial. Recuperado de: www.sagarpa.gob.mx

Salvador, R., Paucar, L., Guillén, J., Morí, S. 2016. Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Revista Scientia Agropecuaria, 7 (2): 121 – 132.

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. Recuperado de: http://www.ndwheat.com/uploads%5Cresources%5C412%5Cmuffins.pdf

Zamora R. 2011. Elaboración de un alimento funcional a base de Saccharomyces boulardii e inulina, Memoria tesis de maestro. Facultad de Químico-farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

VIII. Anexos

Anexo 1.Valores de firmeza (N)

Repeticiones	Sustitución Parcial			
	S0 (0%)	S1 (19.23%)	S2 (38.46%)	S3 (57.69%)
1	1.12	1.32	1.37	1.47
2	1.15	1.37	1.44	1.50
3	1.05	1.35	1.39	1.46
4	1.13	1.37	1.44	1.50
Promedio	1.11	1.36	1.41	1.48

Anexo 2. Valores de Fibra Cruda

Repeticiones	Sustitución Parcial			
	S0 (0%)	S1 (19.23%)	S2 (38.46%)	S3 (57.69%)
1	1.24	2.88	3.71	4.07
2	1.12	2.56	3.96	4.28
3	1.27	2.68	3.64	4.48
4	1.22	2.64	3.68	4.12
Promedio	1.21	2.69	3.75	4.24

Anexo 3. Parámetros de color L*

Repeticiones	Sustitución Parcial			
	S0 (0%)	S1 (19.23%)	S2 (38.46%)	S3 (57.69%)
1	78.24	64.24	56.32	51.67
2	76.24	66.44	54.22	51.96
3	75.34	64.22	54.38	51.08
4	74.46	64.12	54.48	50.94
Promedio	76.07	64.76	54.85	51.41

Anexo 4. Parámetros de color a*

Repeticiones	Sustitución Parcial			
	S0 (0%)	S1 (19.23%)	S2 (38.46%)	S3 (57.69%)
1	4.22	4.23	3.25	2.94
2	4.66	4.28	3.46	2.82
3	4.38	3,.96	3.44	2.64
4	4.38	4.02	3.40	2.86
Promedio	4.41	4.12	3.39	2.82

Anexo 5. Parámetros de color b*

Repeticiones	Sustitución Parcial			
	S0 (0%)	S1 (19.23%)	S2 (38.46%)	S3 (57.69%)
1	24.32	18.92	14.88	12.34
2	22.38	17.64	14.92	12.32
3	21.46	18.22	14.24	12.48
4	23.46	16.48	14.28	11.24
Promedio	22.91	17.82	14.58	12.10

Anexo 6. Resultados de aceptabilidad general con la sustitución de harina de trigo por penca de tuna en polvo.

	Muestras			
Jueces	S0 (0%)	S1 (19.23%)	S2 (38.46%)	S3 (57.69%)
1	6	6	7	5
2	7	7	6	5
3	7	7	8	6
4	6	6	7	5
5	7	7	7	6
6	8	7	8	7
7	7	8	8	4
8	7	7	8	6
9	7	7	7	6
10	7	8	8	5
11	7	7	7	6
12	7	7	7	5
13	7	7	8	6
14	6	6	7	5
15	7	7	8	7
16	6	7	8	5
18	7	7	9	7
19	7	7	8	6
20	7	8	8	6
21	7	7	8	6
22	6	7	8	6
23	7	7	9	6
24	6	7	7	6
25	7	7	7	6
26	6	6	7	5
27	7	7	8	6
28	8	8	8	6
29	6	6	7	5
30	7	7	7	6
Promedio	6.79	6.97	7.59	5.72

Anexo 7. Imágenes fotográficas

Figura A. Penca de tuna en polvo

Figura B. Mezclado de insumos

Figura C: Acondicionamiento en moldes

Figura D: Muffins horneados

Figura E: Análisis de firmeza

Figura F: Evaluación de color en las muestras

Anexo 8. Ficha técnica de la penca de tuna en polvo

SALVIDA

FICHA TECNICA

Harina de penca de tuna **Código: C-300**

1.-PRESENTACION DEL PRODUCTO:

La harina de nopal, se presenta en polvo, de granulometría fina y suave al tacto, color amarillo a verde claro, sin olor; soluble en agua la cual algunos minutos se vuelve gelatinosa.

2.-DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

La harina de penca de tuna (harina de nopal) se obtiene de los tunales donde se cosecha la penca de tuna. Es una variedad vegetal de cactus alimenticios de la especie Opuntia ficus-indica.

Tiene frutos, son comestibles y se conocen con el nombre de tunas. El nopal verde se ha recomendado recientemente para combatir desordenes metabólicos, cardiovasculares y digestivo. Por sus propiedades nutricionales es considerado un excelente alimento que permite prevenir y contrarrestar enfermedades, como colesterol alto, estreñimiento, diabetes, hipertensión arterial, descalcificación y es una excelente herramienta para el control del sobre peso.

3.-COMPOSICION NUTRICIONAL:

Contiene vitamina A, complejo B, C, minerales, calcio(3,4mg/g) Magnesio, Sodio(0,02mg/g), Potasio(2,1mg/g), Hierro, Fibras, Pectina, y mucilagos, además de aminoácidos que ayudan a eliminar toxinas.

3.-PROCESO DE ELABORACION:

El producto inicial que es la paleta de la tuna, es cortada madura, la que debe haber amarillado en una cierta medida por marchitamiento y deshidratación parcial. Cada penca o paleta de penca, es lavada y se deja cortada o despuntada para separarle la parte dura y leñosa. Luego es trozada para una deshidratación más fácil. Estos trozos son pasados por una deshidratadora para que queden con un nivel de sequedad suficiente para luego ser pasados por molinos de martillos. Una vez que las pencas están deshidratadas, molidas y harneadas, se transforman en harina lista para el envasado.

- PH en solución acuosa al 1%:5
- Humedad:7.9% (max.8%)
- Cenizas: 9.8% (max.25%)
- Proteinas:3.2%(max.12%)
- Carbohidratos: reacción positiva con alfa naftol, determinación cualitativa.
- Determinación cualitativa de calcio, potasio, fierro: reacciones positivas.

5.-EMBALAJE:

- Bolsa de 1kg,Pomo de 250gm. Y sobre de 100gm.

Departamento De Control de calidad

**Esta ficha técnica cancela y sustituye las anteriores.*

Teléfono: / (51-54)297026 Cel.: 959744724 / 953758962
E-mail: ventas@proagrosurperu.com – Website: www.proagrosurperu.com
La Joya - Arequipa – Perú