

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



Efecto de la sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de pulpa de zapallo macre (*cucurbita maxima*) y la temperatura de horneado sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas dulces.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

WILLIAM LIGÜI MONTERO MARQUEZ

TRUJILLO, PERÚ

2018

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

Ing. Dr. Antonio Rodríguez Zevallos

PRESIDENTE

Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta

SECRETARIO

Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna

VOCAL

Ing. Dr. José Soriano Colchado

ASESOR

DEDICATORIA

“A Dios por iluminarme siempre en el camino de la vida.

A mis queridos padres María y César que gracias a sus sacrificios me dieron la oportunidad de mis estudios universitarios, a mi hermana Yajaira por contar con su apoyo en los momentos difíciles y sobre todo por confiar en mí.

A mi esposa Nahir e hijos Asiry, Yosemite y Fabiana que son mi fuente de inspiración y lucha continua”

AGRADECIMIENTO

En especial al Dr. José Luis Soriano Colchado, por ser más que un asesor, un amigo, por toda su paciencia y valioso tiempo; por sus grandes aportes y constante guía que me fueron de gran ayuda para el desarrollo de la presente tesis.

A mi esposa Nahir; por todo su amor incondicional, constante apoyo, por ser mi motivación y por estar siempre conmigo en cada momento de mi vida.

A los miembros del jurado: Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos, MSc Luis Márquez Villacorta e Ing. M.Sc. Ana Cecilia Ferradas Horna.

A toda mi familia por su apoyo persistente y ser mi guía para la culminación de este objetivo.

A mis amigos de la Universidad por su ayuda incondicional para seguir adelante sin nada a cambio.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
2.1. Galletas	3
2.1.1. Definición	3
2.1.2. Requisitos	3
2.2. Harina de trigo.....	5
2.2.1. Índices panaderos de la harina de trigo	5
2.2.2. Harina galletera	9
2.2.3. Harinas sucedáneas.....	10
2.3. Harina de pulpa de zapallo macre	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Lugar de ejecución	13
3.2. Materiales y equipos.....	13

3.3. Diseño experimental de la investigación en galletas con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre.....	14
3.3.1. Diagrama de flujo para la obtención de harina de pulpa de zapallo macre	16
3.3.2. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces	19
3.4. Métodos de análisis	21
3.4.1. Humedad.....	21
3.4.2. pH.....	21
3.4.3. Cenizas.....	21
3.4.4. Acidez.....	22
3.4.5. Color.....	22
3.4.6. Firmeza instrumental	22
3.4.7. Aceptabilidad general.....	22
3.5. Análisis estadístico	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Caracterización de la harina de zapallo macre.....	25
4.2. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre la humedad de las galletas dulces.....	25
4.3. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre el contenido de cenizas en las galletas dulces.....	28
4.4. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre la acidez titulable de las galletas dulces.....	31

4.5. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre la firmeza instrumental de las galletas dulces.	33
4.6. Efecto de sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre sobre el color instrumental en galletas dulces.	36
4.7. Efecto de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre sobre el diámetro y espesor de galletas dulces .	42
4.8. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre sobre la aceptabilidad general en galletas dulces.	45
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	49
VII. BIBLIOGRAFÍA	50
VIII. ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Parámetros físico-químicos para galletas.....	04
Cuadro 2.	Rangos de gluten húmedo (%).....	06
Cuadro 3.	Rangos de gluten seco	06
Cuadro 4.	Rango de contenido de maltosa (mg) en harina de trigo.....	07
Cuadro 5.	Rangos de los valores de P (mm)	08
Cuadro 6.	Rangos del valor L (mm).....	08
Cuadro 7.	Destinos de la harina según su valor P/L (mm/mm)	09
Cuadro 8.	Características de harina usada en elaboración de galletas	10
Cuadro 9.	Tolerancias en harinas sucedáneas	10
Cuadro 10.	Composición química y nutricional del zapallo macre 100 g de porción comestible).....	11
Cuadro 11.	Composición química proximal de la harina de pulpa de zapallo macre (<i>Cucurbita maxima</i>)	12
Cuadro 12.	Formulaciones para la elaboración de galleta dulce con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre	21
Cuadro 13.	Composición proximal de la harina de pulpa de zapallo macre	25
Cuadro 14.	Prueba de Levene modificada para valores de humedad de galleta	27
Cuadro 15.	Análisis de varianza para valores de humedad en galletas	27
Cuadro 16.	Prueba de Duncan para valores de humedad en galletas...	28
Cuadro 17.	Prueba de Levene modificada para valores contenidos de cenizas en galletas	29
Cuadro 18.	Análisis de varianza para valores de contenido de cenizas	30

Cuadro 19.	Prueba de Duncan para valores de contenido de cenizas en galletas dulces.....	31
Cuadro 20.	Prueba de Levene modificada para valores de contenido de cenizas en galletas dulces.....	32
Cuadro 21.	Análisis de varianza para valores de contenido de cenizas	32
Cuadro 22.	Prueba de Levene modificada para valores de textura de galletas dulces.....	34
Cuadro 23.	Análisis de varianza para valores de firmeza instrumental de galletas dulces.....	34
Cuadro 24.	Prueba de Duncan para valores de firmeza de galletas dulces.....	35
Cuadro 25.	Prueba de Levene modificada para valores de parámetro de color de galletas	38
Cuadro 26.	Análisis de varianza para valores de parámetros de color de galletas	39
Cuadro 27.	Prueba de Duncan para valores de parámetro de color L* de galletas	40
Cuadro 28.	Prueba de Duncan para valores de parámetro de color a* de galletas de dulces	40
Cuadro 29.	Prueba de Duncan para valores de parámetro de color b* de galletas dulces.....	41
Cuadro 30.	Prueba de Levene modificada para valores de diámetro y espesor de galletas dulces	43
Cuadro 31.	Análisis de varianza para valores de grado de diámetro y espesor de galletas dulces	44
Cuadro 32.	Prueba de Friedman para evaluación de la aceptabilidad general de galletas dulces	46
Cuadro 33.	Prueba de Wilcoxon para evaluación de la aceptabilidad general de galletas dulces	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema experimental para evaluar las características físicoquímicas y aceptabilidad general de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre.	15
Figura 2.	Diagrama de flujo para la elaboración de harina de pulpa de zapallo macre.	18
Figura 3.	Diagrama de flujo para la elaboración de galleta dulce.	19
Figura 4.	Ficha de evaluación sensorial de galletas dulces	23
Figura 5.	Humedad de galletas dulces elaboradas con pulpa de zapallo macre y horneado a dos temperaturas.	26
Figura 6.	Contenido de cenizas en galletas dulces	29
Figura 7.	Acidez titulable en galletas dulces	31
Figura 8.	Valores de firmeza de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre	33
Figura 9.	Valores del parámetro de color L* en galletas dulces	36
Figura 10.	Valores del parámetro de color a* en galletas dulces	37
Figura 11.	Valores del parámetro de color b* en galletas dulces	37
Figura 12.	Valores de diámetro de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre	42
Figura 13.	Valores de espesor de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre	42
Figura 14.	Valores de aceptabilidad general de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre ...	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de humedad, cenizas, acidez titulable, firmeza, parámetros de color, diámetro y espesor de galletas dulces ..	56
Anexo 2. Resultados evaluación aceptabilidad general de galletas dulces	57

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre (0, 10 y 20%) y la temperatura de horneado (190 y 210 °C) sobre la humedad, acidez, cenizas, color, firmeza y aceptabilidad general de galletas dulces. Las galletas fueron elaboradas en la Planta Piloto de Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego. Según los resultados de la prueba de Levene modificada en las variables paramétricas, se obtuvo homogeneidad de varianzas y los resultados del análisis de varianza indicaron que la sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre y temperatura de horneado tuvieron efecto significativo en el contenido de humedad y cenizas, color, firmeza, espesor-diámetro y aceptabilidad general, con excepción, de acidez titulable y diámetro de galletas dulces. La sustitución al 10% y temperatura de horneado de 190°C, presentó mayor aceptabilidad general con moda de 7, correspondiente a la percepción de me gusta bastante y valores de contenido de humedad: 4.09%; cenizas: 2.75%; acidez titulable: 0.24%; firmeza: 20.76 N; L*:64.50; a*: 4.39; b*: 26.73; diámetro: 7.7 cm; espesor: 6.17 mm.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the substitution of wheat flour for macaroni flour (0, 10 and 20%) and the baking temperature (190 and 210 ° C) on moisture, acidity, ash, color , firmness and general acceptability of sweet cookies. The cookies were prepared in the Food Industries Pilot Plant of the Antenor Orrego Private University. According to the results of the Levene test modified in the parametric variables, homogeneity of variances was obtained and the results of the analysis of variance indicated that the substitution of wheat flour for maple pumpkin pulp flour and baking temperature had a significant effect on the moisture and ash content, color, firmness, thickness-diameter and general acceptability, except for titratable acidity and diameter of sweet cookies. The substitution to 10% and baking temperature of 190 ° C, presented greater general acceptability with fashion of 7, corresponding to the perception of I like quite and values of moisture content: 4.09%; ashes: 2.75%; Titrable acidity: 0.24%; firmness: 20.76 N; L *: 64.50; a *: 4.39; b *: 26.73; diameter: 7.7 cm; Thickness: 6.17 mm.

I. INTRODUCCIÓN

Los cereales siguen siendo la fuente de alimentación más importante del mundo. Sin embargo, los países en desarrollo dependerán, cada vez más, de la importación de cereales, carne y leche, ya que su producción no podrá satisfacer la demanda (FAO, 2014).

Particularmente el trigo es difícil de producir en muchos países en desarrollo, pues no poseen las condiciones climáticas y de suelos idóneos para la producción de las variedades de trigo utilizadas para la panificación. Como consecuencia, estos países gastan gran cantidad de divisas en la importación de trigo y/o de la harina necesaria para suplir su demanda interna, con la consiguiente desventaja en sus balanzas de pago (Rengifo, 2016).

En su mayoría, los países importadores de trigo gozan de buenas condiciones para el cultivo de cereales como arroz, maíz y sorgo; raíces y tubérculos como yuca, ñame y papa, así como zapallo macre y otros productos. Por esta razón desde hace muchos años existe interés en la utilización de estas materias primas como sustitutos parciales de la harina de trigo en productos de panificación y pastelería (Rodríguez, 2014).

La harina de zapallo macre podría ser utilizada como sucedáneo de la harina de trigo en panificación y galletería aportando beneficios y propiedades nutricionales interesantes, por su alto contenido en fibra, que ayuda a regular la función intestinal. Por ello se recomienda su consumo en caso de acidez estomacal o gastritis (sobre todo en caso de gastritis nerviosa). Ayuda también a depurar los riñones, siendo interesante su consumo no solo para regular su funcionamiento, sino también el correcto funcionamiento de la vejiga.

Destaca su contenido en vitaminas, por lo que protege la vista y fortalece la piel, el cabello y los huesos (Salunkhe y Kadam, 2004).

Por lo anteriormente expuesto se planteó el siguiente problema de investigación:

¿Cuál será el efecto de dos sustituciones de harina de trigo por harina de zapallo macre (10 y 20%) y dos temperaturas de horneado (190 y 210 °C) sobre la humedad, acidez, cenizas, color, espesor-diámetro, textura y aceptabilidad general de galletas dulces?

Los objetivos propuestos para esta investigación fueron los siguientes:

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre la humedad, acidez, cenizas, color, espesor-diámetro, firmeza, y aceptabilidad general en galletas dulces.

Determinar la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre y temperatura de horneado que permita obtener una adecuada humedad, acidez, cenizas, color, espesor-diámetro, firmeza y la mayor aceptabilidad general en galletas dulces.

II. REVISION DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Galletas

2.1.1. Definición

Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de una masa (sólida o semisólida), de las figuras formadas del amasado de derivados del trigo u otras harinas suculáneas, con otros ingredientes aptos para el consumo humano NTP 206.001 (INDECOPI, 2016).

2.1.2. Requisitos

Requisitos fisicoquímicos

La Norma Técnica Peruana NTP 206.001 para galletas, contempla los requisitos que se indican en el Cuadro 1. Deben fabricarse a partir de materias sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación. Es permitido el uso de colorantes naturales y artificiales conforme a la Norma Técnica Peruana 209.701 Aditivos alimentarios. (INDECOPI, 2016).

Está autorizado el uso de los siguientes aditivos en las dosis máximas permitidas de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación:

- Emulsionantes y/o estabilizantes (2% máx.) tales como lecitina, etc.
- Espesantes (2% máx.) tales como clara de huevo, etc.

Conservadores, tales como ácido propiónico y sus sales de calcio y sodio; y ácido sórbico y sus sales alcalinas, etc. (INDECOPI, 2016).

Cuadro 1. Parámetros físico-químicos para galletas

Parámetros	Valor
Humedad	Máximo 12%
Cenizas	Máximo 3%
Acidez (expresado en ácido láctico)	Máximo 0.10%

Fuente: INDECOPI (2016).

Requisitos microbiológicos

La Norma Técnica Peruana 206.001, establece de modo general que los productos se encuentren exentos de microorganismos patógenos. Al respecto, por lo general los productos de pastelería y confitería, no suelen presentar muchos problemas microbiológicos por dos razones: bajo contenido de humedad y alta concentración de azúcares, por lo que los microorganismos no encuentran la cantidad de agua necesaria para su crecimiento y aunque la consigan, la concentración en azúcares limita su desarrollo (INDECOPI, 2016).

Clasificación de galletas

Según Norma técnica peruana NTP 206.001 (INDECOPI, 2016) las galletas se clasifican en:

Por su sabor:

- Saladas
- Dulces
- Sabores especiales

Por su presentación:

- Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocido.
- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno empleado.

- Revestidas: Cuando exteriormente presenta un revestimiento apropiado pudiendo ser simple o rellena.

Por su forma de comercialización:

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

2.2. Harina de trigo

Harina, es el polvo fino que se obtiene de cereales molidos y de otros alimentos ricos en almidón. Aunque la más usada es la harina de trigo, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz (Tejero, 2008).

El uso de la harina de trigo en panadería es gracias al gluten, que surge al mezclarla con agua. El gluten es una proteína compleja que le otorga al pan su elasticidad y consistencia (Tejero, 2008).

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

2.2.1. Índices panaderos de la harina de trigo

a) Gluten

Está constituido por las proteínas gluteína y gliadina que, por sus características, forman una malla o red capaz de retener el anhídrido carbónico liberado durante la fermentación (Calaveras, 2004).

Los Cuadros 2 y 3 muestran los rangos de gluten húmedo y seco, en una harina. Dependiendo de este porcentaje las harinas serán destinadas a diferentes industrias (Tejero, 2008).

Cuadro 2. Rangos de gluten húmedo (%)

Rango (%)	Clasificación
> a 39	Excesivo
de 34,5 a 39	Elevado
de 28,5 a 34,5	Normal - Correcto
de 25,5 a 28,5	Limitado
de 21 a 25,5	Bajo
< a 21	Muy Bajo

Fuente: Tejero (2008).

Cuadro 3. Rangos de gluten seco

Rango (%)	Clasificación
> a 13	Excesivo
de 11,5 a 13	Elevado
de 9,5 a 11,5	Normal - Correcto
de 8,5 a 9,5	Limitado
de 7 a 8,5	Bajo
< a 7	Muy Bajo

Fuente: Tejero (2008).

b) Índice de maltosa

Consiste en la capacidad de producción de gases que tiene la masa, cantidad de azúcares existentes en la harina (Calaveras, 2004). El Cuadro 4 muestra los rangos de contenido de maltosa en la harina.

Cuadro 4. Rango de contenido de maltosa (mg) en harina de trigo

Rango (%)	Clasificación
> a 2,6	Excesivo
de 2,3 a 2,6	Elevado
de 1,7 a 2,3	Normal - Correcto
de 1,3 a 1,7	Limitado
de 1,05 a 1,5	Bajo
< a 1	Muy Bajo

Fuente: Calaveras (2004).

c) Valores del alveograma de Chopin

El alveograma es una curva que se determina en el alveógrafo de Chopin y que representa de forma gráfica y numérica la fuerza y las cualidades físicas de la harina, mediante los siguientes índices:

Valor P

Expresa la tenacidad y mide la resistencia que opone la masa a la rotura. Se presenta en el alveograma por la altura de la curva expresada en milímetros (Tejero, 2008).

El Cuadro 5 muestra los valores de tenacidad que puede tener la harina.

Cuadro 5. Rangos de los valores de P (mm)

Rango (%)	Clasificación
> a 60	Muy tenaz
de 50 a 60	Tenaz
de 35 a 50	Normal
de 25 a 35	Limitado
< a 25	Bajo

Fuente: Tejero (2008).

Valor L

Expresa la extensibilidad y mide la capacidad de la masa para ser estirada indicando su elasticidad, se representa por la longitud de la abscisa o base de la gráfica en milímetros, dependiendo de eso, la extensibilidad puede ser baja o muy alta, tal como muestra el Cuadro 6 (Calaveras 2004).

Cuadro 6. Rangos del valor L (mm)

Rango (%)	Clasificación
> a 115	Muy extensible
de 90 a 115	Buena extensibilidad
de 70 a 90	Débil o limitada
< a 50	Baja

Fuente: Calaveras (2004).

Valor P/L

Indica el equilibrio y es la relación entre la tenacidad y la extensibilidad. Del equilibrio depende el destino más adecuado de la harina, el Cuadro 7 muestra los destinos de la harina (panadería, galleterías, fabricación de pastas, etc.) dependiendo del equilibrio P/L (Calaveras, 2004).

Cuadro 7. Destinos de la harina según su valor P/L (mm/mm)

Valor	Destinos de proceso
de 1,5 a 2	Panes especiales
de 0,8 a 1,5	Panes diversos - fideos
de 0,6 a 0,8	Panes populares - pastas
de 0,4 a 0,6	Pasteles diversos
de 0,3 a 0,4	Galletería en general

Fuente: Tejero (2008).

Valor G

Llamado grado de hinchamiento (volumen de la masa), indica la aptitud de la harina para dar un pan bien desarrollado. Se clasifica según el índice de dilatación (Calaveras, 2004).

2.2.2. Harina galletera

Se necesitan harinas muy extensibles. Apropriadas para procesos sin fermentación y sus características dependen de la formulación. El Cuadro 8 muestra las diferencias de la harina galletera usada en dos tipos de galleta (Calaveras, 2004).

Cuadro 8. Características de harina usada en elaboración de galletas

Galletería de Bollos		Galletería María	
Valor	Medida	Valor	Medida
P(mm)	40-50	P(mm)	30-35
L(mm)	80-100	L(mm)	130-150
W	180-200	W	105-90
P/L	0,5-0,6	P/L	0,1-0,3
Degradación (%)	<10	Degradación (%)	<10

Fuente: Calaveras (2004).

2.2.3. Harinas sucedáneas

Las harinas sucedáneas son las obtenidas de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otras que reúnan características apropiadas para ser utilizada en el consumo humano. La designación de “harina” es exclusiva del producto obtenido de la molienda de trigo. La denominación de cada harina sucedánea se forma añadiendo al término harina el nombre de la materia prima de que se trate. Las harinas sucedáneas deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo tóxico extraño a su naturaleza excepto los aditivos debidamente autorizados. Las harinas no deberán proceder de materias primas en mal estado de conservación. En el Cuadro 9 se muestran las tolerancias según NTP 205.040 (INDECOPI, 2016).

Cuadro 9. Tolerancias en harinas sucedáneas

Componente	Valor
Cenizas (%)	5
Acidez expresada en ácido sulfúrico (%)	10
Humedad (%)	16

Fuente: INDECOPI (2016).

2.3. Harina de pulpa de zapallo macre

El zapallo Macre es una variedad de invierno que comúnmente existe tanto en la costa como en la sierra. En climas templados se desarrollan hasta muchas veces llegando a pesar 50 kg. Sus frutos son de gran tamaño, redondeados, cáscara verde o amarillenta según el grado de madures y el tipo de zapallo, la pulpa es amarilla y debe ser lo más gruesa posible; se emplea comúnmente para la alimentación humana, como verdura para diversos potajes (Dirección de Información Agraria La Libertad, 2016).

En el Cuadro 10 se presenta la composición química y nutricional del zapallo macre.

Cuadro 10. Composición química y nutricional del zapallo macre (100 g de porción comestible).

Composición	Cantidad
Energía (kcal)	26.00
Agua (g)	92.00
Proteína (g)	0.70
Grasa (g)	0.20
Carbohidratos	6.40
Fibra cruda (g)	1.00
Ceniza (g)	0.70
Calcio (mg)	26.00
Fósforo (mg)	17.00
Zinc (mg)	0.13
Hierro (mg)	0.60
Retinol (µg)	154.00
Vitamina A	68.00
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina	0.04
Niacina (mg)	0.40
Vitamina C	5.70

Fuente: Reyes y otros (2009).

En el Cuadro 11 se presentan la composición química proximal de la harina de pulpa de zapallo macre.

Cuadro 11. Composición química proximal de la harina de pulpa de zapallo macre.

Componente	Cantidad (g/100 g pulpa)
Humedad	13.52
Grasa	0.38
Ceniza	2.08
Proteína	0.9
Fibra cruda	5.56
Carbohidratos	76

Fuente: Ruiz (2011)

Alava (2007) indica que la harina de pulpa de zapallo (*Cucurbita máxima* L.) contiene 76% de carbohidratos; dicho cálculo incluye el almidón, azúcares, fibras y otros polisacáridos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis fisicoquímicos fueron realizados en la Planta Piloto de Industrias Alimentarias y en el laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales y equipos

Zapallos frescos procedentes de la sierra de la Región La Libertad y adquiridos en el mercado La Hermelinda de la ciudad de Trujillo.

Tamiz N° 100 (serie ASTM) de abertura de malla 106 μm

Molino de martillos marca Corona

Set de tamices Tyler

Estufa. Marca MEMMERT, modelo UNE-300 Rango 20°C, precisión 0.5°C.

Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango -10 a 100. Precisión ± 0.1 °C.

Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad 210 g, aprox. 0.0001 g.

Batidora planetaria (Marca: Nova, capacidad: 15 L)

Colorímetro Konica Minolta CR-400.

Horno a convección rotativo. Marca Nova. Modelo Max 750.

Procesadora de vegetales. Marca Skymse. Modelo PAIE. Capacidad 300 - 400 kg/h.

Texturómetro Instron. Serie 4400. Modelo 4544.

3.3. Diseño experimental de la investigación en galletas con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre

En la Figura 1 se presenta el esquema experimental para evaluar las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre.

Son variables independientes: la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre (0, 10 y 20%) y temperatura de horneado (190 y 210 °C); y variables dependientes: humedad, acidez, cenizas, firmeza instrumental, color instrumental, diámetro-espesor y aceptabilidad general de galletas.

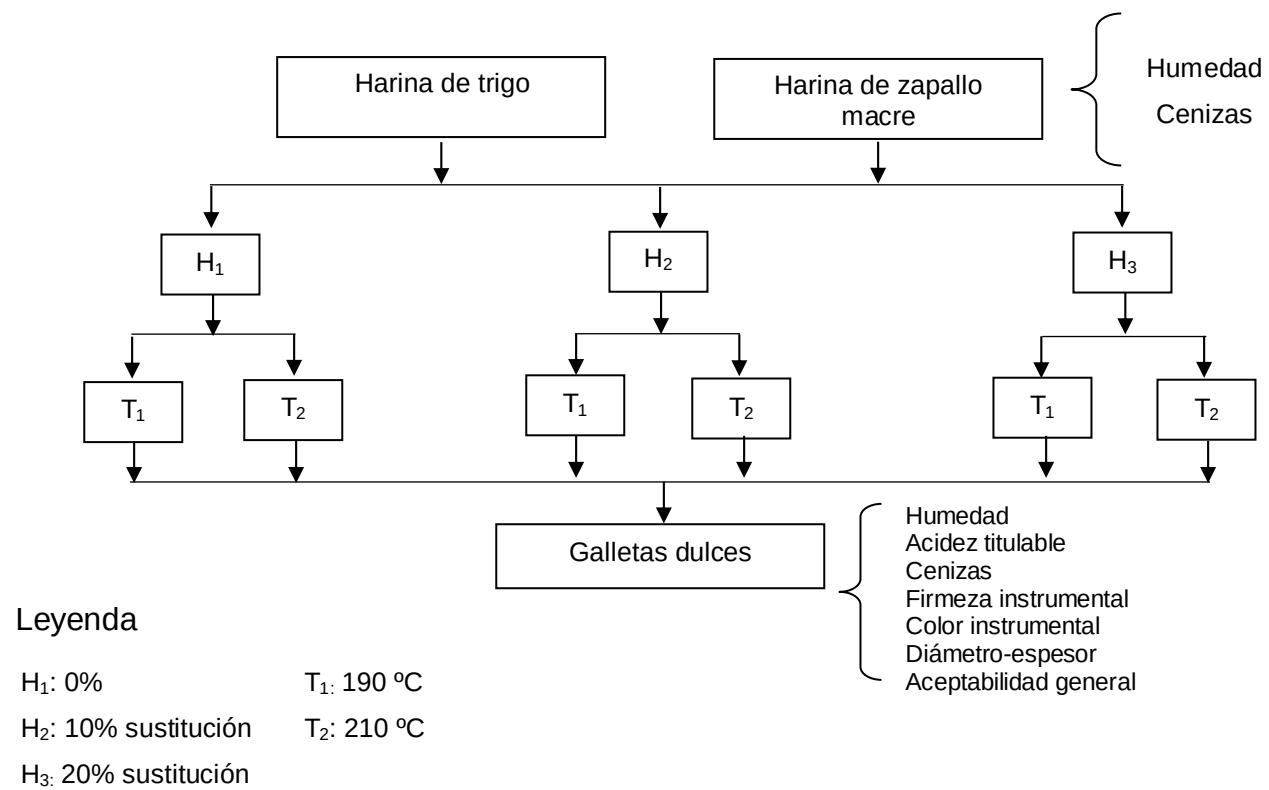


Figura 1. Esquema experimental para evaluar las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre.

3.3.1. Diagrama de flujo para la obtención de harina de pulpa de zapallo macre

En la Figura 2, se presenta las operaciones para la obtención de harina de pulpa de zapallo macre, basado en el proceso que realizó Ruiz (2011).

A continuación, se describe cada operación:

Recepción. Se realizará la recepción de zapallos procedentes de la localidad de Santiago de Chuco.

Selección. Se excluyeron los zapallos afectados por podredumbre, plagas o deterioro no aptos para el consumo.

Lavado 1. Se efectuó con agua clorada a 50 ppm.

Corte 1. Se realizó de manera manual dividiendo el fruto en dos partes.

Desemillado. Se retiró y desecharon las semillas en forma manual.

Lavado 2. Se efectuó un lavado con agua clorada a 50 ppm para retirar los restos de semillas.

Pelado. Se realizó de manera manual utilizando cuchillos de acero inoxidable; cortándose en primer lugar en cuatro porciones seguido del pelado.

Corte 2. La pulpa del zapallo macre fue reducida de tamaño con la ayuda del procesador de alimentos logrando así uniformidad de tamaño (aprox. 0.5 mm de espesor).

Ecurrido. Se escurrirán con la ayuda de una espumadera con la finalidad de ayudar a la operación de secado.

Secado. La pulpa en trozos de aproximadamente 0.5 mm, se secó en una estufa de convección forzada a 65 °C por 24 horas.

Molienda. La molienda se realizó en un molino de martillos.

Tamizado. Se realizó con un tamiz N° 100 de la serie ASTM.

Envasado. Se realizó en bolsas de polietileno de alta densidad (100 micras de espesor) con un peso de 250 g cada bolsa.

Almacenamiento. Se almaceno a 25 °C hasta su posterior uso.

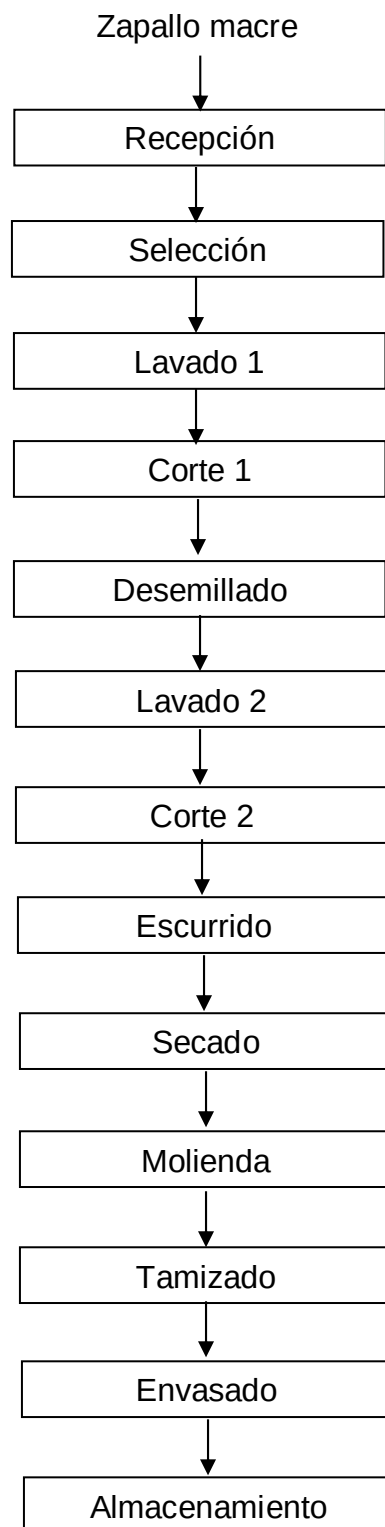


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de pulpa de zapallo macre.

3.3.2. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces

En la Figura 3 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces.

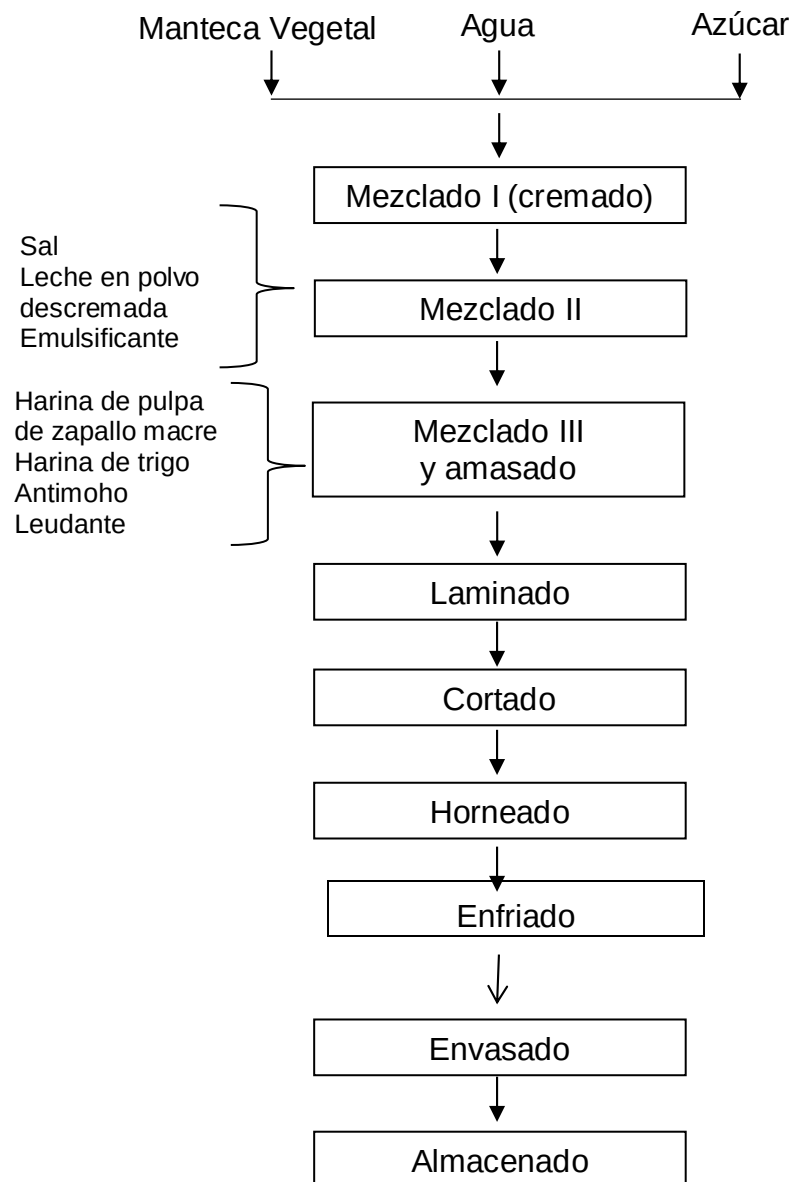


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galleta dulce.

Fuente: Rengifo (2016).

A continuación, se describe cada operación.

Mezclado I (Cremado). La manteca vegetal, el azúcar y el agua se mezclaron hasta obtener una crema, quedando la mayor parte del azúcar disuelto a una velocidad de 50 rpm.

Mezclado II. La crema obtenida de la operación anterior se le añadió sal, el emulsificante y la leche en polvo descremada; se mezclaron hasta obtener una crema espesa pero homogénea; a una velocidad de 50 rpm.

Mezclado III y Amasado. Posteriormente se añadió a la mezcla la harina de trigo, harina de pulpa de zapallo macre antimoho y leudante; se mezcló y se amasó, luego se añadió el resto de agua hasta alcanzar la consistencia deseada de la masa; a una velocidad de 50 rpm.

Laminado. La masa se laminó con un rodillo dándole un espesor de 0.5 cm.

Cortado. La masa se cortó en piezas circulares usando un molde de metal de 5.0 cm de diámetro.

Horneado. La masa se colocó en bandejas metálicas y se horneó a 190 y 210 °C por 8 minutos.

Enfriado. Las galletas dulces se dejaron enfriar en las bandejas metálicas hasta alcanzar la temperatura del ambiente.

Envasado. Las galletas se envasaron en bolsas de polietileno de alta densidad (100 micras de espesor).

Almacenado. Las galletas envasadas se almacenaron a 25 °C dentro de cajas de cartón corrugado, para su posterior evaluación (2 días).

En el Cuadro 12 se presenta las formulaciones para la elaboración de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre.

Cuadro 12. Formulaciones para la elaboración de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre

Ingredientes	Formulaciones		
	F ₁	F ₂	F ₃
Harina de trigo (g)	1000	900	800
Harina de pulpa de zapallo macre (g)	0	100	200
Azúcar blanca(g)	650	650	650
Margarina Alicorp (g)	500	500	500
Polvo de hornear Fleishmann (g)	30	30	30
Antimoho Fleishmann (g)	3	3	3
Emulsificante mixto(g)	50	50	50
Agua (g)	25	25	25
Total (g)	2273	2273	2273

Basado en la formulación de Rengifo (2016).

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Humedad.

Método gravimétrico, en estufa a 105 °C hasta peso constante. NTP 206.011:1981 (Revisada el 2016) (INDECOPI, 2016).

3.4.2. pH.

Método potenciométrico. NTP 206.014:1981 (Revisada el 2016) (INDECOPI, 2016).

3.4.3. Cenizas.

Método gravimétrico, en mufla a 600 °C durante 3 horas. NTP 205.0381975 (Revisada el 2016) (INDECOPI, 2016).

3.4.4. Acidez.

Método volumétrico NTP 206.013:1981 (Revisada el 2011) (INDECOPI, 2011).

3.4.5. Color.

Se utilizó el sistema CIELAB, usando un colorímetro Minolta, modelo CR-400. El equipo se calentó durante 10 minutos y se calibró con un blanco estándar. Luego se determinó los parámetros de color expresados en términos de luminosidad L^* ($L^*=0$ para negro y $L^*=100$ para blanco), cromaticidad a^* (verde [-] a rojo [+]), y b^* (azul [-] a amarillo [+]) (Ding y otros, 2007).

3.4.6. Firmeza instrumental

Se utilizó el textúrometro INSTRON Serie 4400. Modelo 4544, con el software Bluehill Lite, del cual se manejó la técnica (TPA) (Texture Profile Análisis). Cada galleta se apoyó sobre una base ubicada en el centro del textúrometro para permitir el paso del punzón o guillotina. El diámetro del pistón fue de 9.6 mm y la velocidad de desplazamiento de 0.05 m/ms (Rengifo, 2016).

3.4.7. Aceptabilidad general.

Las muestras se sometieron a un análisis sensorial para determinar el tratamiento con mayor aceptabilidad general aplicando una prueba de Escala Hedónica de nueve puntos (Figura 4).

Se trabajó con un panel sensorial de 30 jueces no entrenados, consumidores habituales de galletas dulces y representantes del público objetivo (Anzaldúa-Morales, 2005).

Se entregaron a cada panelista seis muestras, las cuales fueron colocadas en platos de plástico debidamente codificadas con números aleatorios de tres cifras; y se les entregó una tarjeta de evaluación, proporcionándose a los panelistas un vaso con agua entre cada evaluación. Cada panelista asignó la calificación correspondiente de acuerdo al grado de satisfacción, siendo el valor de más alto puntaje el de me gusta muchísimo y el de menor puntaje el de me disgusta muchísimo, con un valor intermedio de ni me gusta ni me disgusta (Anzaldúa - Morales, 2005).

Nombre:				Fecha:		
Producto: galleta dulce						
Pruebe las muestras de galletas dulces que se le presentan e indique, según la escala, su opinión sobre ellas. Marque con una (X) el renglón que corresponda a la calificación para la muestra.						
ESCALA	MUESTRAS					
	125	859	368	426	537	947
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 _____						
Muchas gracias!						

Figura 4. Ficha de evaluación sensorial de galletas dulces

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

3.5. Análisis estadístico

El diseño estadístico aplicado para las pruebas paramétricas de humedad, acidez, cenizas, diámetro-espesor y firmeza y color instrumental, corresponde a un arreglo factorial de 3×2 con tres repeticiones. Los resultados fueron expresados en promedio indicando la desviación estándar, con el fin de evaluar el grado de variabilidad de los datos experimentales. Se aplicó las pruebas de Levene modificada para evaluar la homogeneidad de varianzas y análisis de varianza (ANVA) para las variables paramétricas; finalmente la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, todas con un nivel de confianza del 95%.

Los datos obtenidos de la evaluación de la aceptabilidad general de las galletas dulces fueron evaluados mediante la prueba de Friedman y Wilcoxon con un nivel de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la harina de zapallo macre.

La composición proximal de la harina de pulpa de zapallo macre se muestra en el Cuadro 13.

Tal como se observa los valores son similares a los reportados por Ruiz (2011). El elevado nivel de cenizas se puede deber al elevado contenido de minerales, como calcio y fósforo, presentes en la pulpa (Reyes y otros, 2009).

Cuadro 13. Composición proximal de la harina de pulpa de zapallo macre

Componente	Cantidad g/100 g
Humedad	12.98
Grasa	0.33
Ceniza	2.07
Proteína	0.9
Carbohidratos	83.72
Fibra cruda	5.43

4.2. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre la humedad de las galletas dulces.

En la Figura 5 y Anexos 1 y 2, se muestra en contenido de humedad en galletas elaboradas con pulpa de zapallo macre.

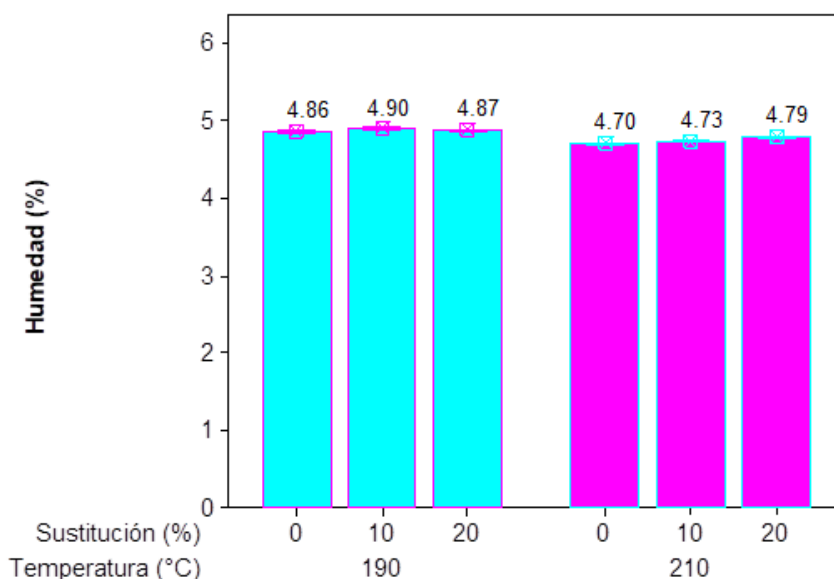


Figura 5. Humedad de galletas dulces elaboradas con pulpa de zapallo macre y horneado a dos temperaturas.

Tal como se muestra el contenido de humedad de las galletas varió entre 4.70 y 4.90%. Estos valores son menores de 12%, indicados en la NTP 206.011:1981 (Revisada el 2016) (INDECOPI, 2016) y mayores al reportado por (Walker, Seetharaman, & Goldstein, 2012) para humedad (3.6%) de galletas dulces horneadas a 148 °C durante 406 s (7 min), en horno industrial tipo túnel.

Kaur y otros (2017), reportaron valores de humedad de 4.95, 4.34, 4.18, 3.93, 3.69, 3.53 y 2.92% para galletas preparadas a partir de harina de trigo y harina de linaza (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%), horneadas a 200 °C durante 11 minutos en un horno rotativo. Así mismo, Hernández y otros (2014) reportaron valores de humedad de 3.7 y 4.5 % en la elaboración de galletas dulces con adición de ajonjolí tostado y molido.

En el Cuadro 14, se muestra la prueba de Levene modificada para valores de humedad en galleta, observándose homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 14. Prueba de Levene modificada para valores de humedad de galleta dulce

Estadístico de Levene	p
0.190	0.960

En el Cuadro 15 se observa el análisis de varianza para para valores de humedad de galleta, el cual muestra que el porcentaje de sustitución y temperatura de horneado presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la humedad de las galletas.

Cuadro 15. Análisis de varianza para valores de humedad en galletas

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Sustitución: S	0.007	2	0.004	7.686	0.007
Temperatura: T	0.083	1	0.083	173.070	0.000
S*T	0.005	2	0.003	5.663	0.019
Error	0.006	12	0.000		
Total	0.101	17			

Kaur y otros (2017), reportaron efecto significativo de la sustitución de harina de trigo por harina de linaza sobre la humedad de galletas dulces, indicando valores de 4.95 a 2.92, en galletas horneadas a 200 ° C durante 11 minutos en un horno rotativo.

En el Cuadro 16, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, donde se pudo apreciar que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos; así mismo, se observa que los tratamientos H1T2 y H2T2, presentaron menor contenido de humedad.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para valores de humedad en galletas

Tratamiento	Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Subgrupo		
			1	2	3
H1T2	210	0	4.70		
H2T2	210	10	4.73		
H3T2	210	20		4.79	
H1T1	190	0			4.86
H3T2	190	20			4.87
H2T1	190	10			4.90

Estos resultados pueden deberse a la mayor temperatura de horneado empleada (210 °C), que origina una mayor evaporación de agua en la galleta (Tejero, 2008). Así mismo, Hernández y otros (2014) reportaron valores de humedad de 3.7 y 4.5 % en la elaboración de galletas dulces con adición de ajonjolí tostado y molido horneados a una temperatura de 200° C

4.3. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre el contenido de cenizas en las galletas dulces.

El contenido de cenizas de galletas elaboradas con harina de pulpa de zapallo macre se presenta en la Figura 6, observándose valores en el rango de 2.77 a 2.88%.

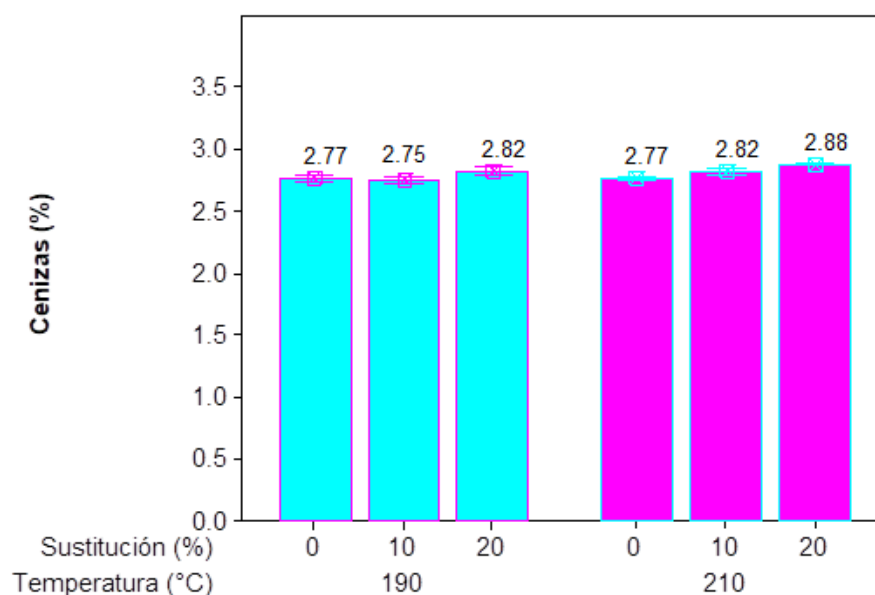


Figura 6. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y horneado a dos temperaturas sobre el contenido de cenizas en las galletas dulces.

En el Cuadro 17, se muestra la prueba de Levene modificada para valores de cenizas en galletas, observándose homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 17. Prueba de Levene modificada para valores contenidos de cenizas en galletas

Estadístico de Levene	p
0.360	0.866

En el Cuadro 18 se presenta el análisis de varianza para valores de contenido de cenizas de galleta, observándose que sólo la sustitución presentó efecto significativo ($p < 0.05$) en el contenido de cenizas.

Cuadro 18. Análisis de varianza para valores de contenido de cenizas

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Sustitución: S	0.023	2	0.012	7.554	0.008
Temperatura: T	0.007	1	0.007	4.662	0.052
S*T	0.004	2	0.002	1.209	0.332
Error	0.019	12	0.002		
Total	0.053	17			

Bassinelio y otros (2011), reportaron efecto significativo del porcentaje de sustitución (15% y 30% de harina de arroz y harina pregelatinizada de frijol negro sin pelar; 15% y 30% de harina de arroz y harina pregelatinizada de frijol negro pelado) en el contenido de cenizas de galletas variando en el rango de 0.82 a 2.02%. Así mismo, Hernández y otros (2014) reportaron valores de 0.8 a 1.8 % en contenido de cenizas en la elaboración de galletas dulces con adición de ajonjolí tostado y molido.

En el Cuadro 19, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, donde se pudo apreciar que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos; así mismo, se observa que el tratamiento H3T2, presentó el mayor contenido de cenizas y el tratamiento H2T1, el menor contenido de cenizas.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para valores de contenido de cenizas en galletas dulces

Tratamiento	Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Subgrupo	
			1	2
H1T2	190	10	2.75	
H2T2	190	0	2.77	
H3T2	210	0	2.77	
H1T1	210	10	2.82	2.82
H3T2	190	20	2.82	2.82
H2T1	210	20		2.88

4.4. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre la acidez titulable de las galletas dulces.

Los resultados correspondientes a los valores de acidez titulable expresados en % de ácido láctico de los seis tratamientos evaluados se muestran en la Figura 7 (Anexo 1).

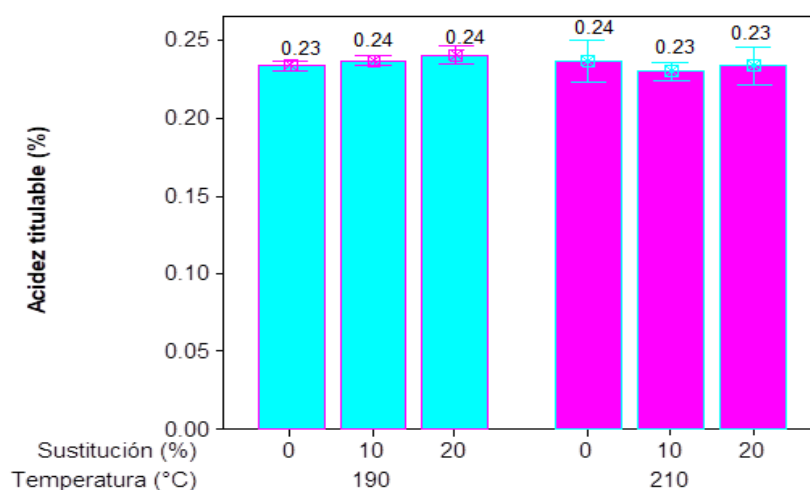


Figura 7. Variaciones de acidez titulable en galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre y horneado a dos temperaturas.

En el Cuadro 20, se muestra la prueba de Levene modificada para valores de contenido de cenizas observándose homogeneidad de varianzas ($p>0.05$) por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 20. Prueba de Levene modificada para valores de contenido de acidez titulable en galletas dulces

Estadístico de Levene	p
0.410	0.830

En el Cuadro 21 se observa el análisis de varianza para valores de contenido de acidez titulable, el cual muestra que la sustitución y temperatura de horneado no presentaron efecto significativo ($p>0.05$) sobre dicha propiedad.

Cuadro 21. Análisis de varianza para valores de contenido de acidez titulable

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Sustitución: S	3.333E-05	2	1.667E-05	0.081	0.923
Temperatura: T	5.000E-05	1	5.000E-05	0.243	0.631
S*T	1.000E-04	2	5.000E-05	0.243	0.788
Error	0.002	12	0.000		
Total	0.003	17			

Pascual (2010), sustituyo parcial de harina de trigo por harina de Habas de 0% a 20% en la elaboración de galletas dulces, donde observo que el % de Acidez Titulable se mantiene en todos los tratamientos evaluados.

4.5. Efecto de la sustitución de harina de zapallo macre y temperatura de horneado sobre la firmeza instrumental de las galletas dulces.

En la Figura 8 se muestra los resultados correspondientes a los valores de firmeza de galletas dulces, los cuales variaron en el rango de 22.02 a 37.86 N.

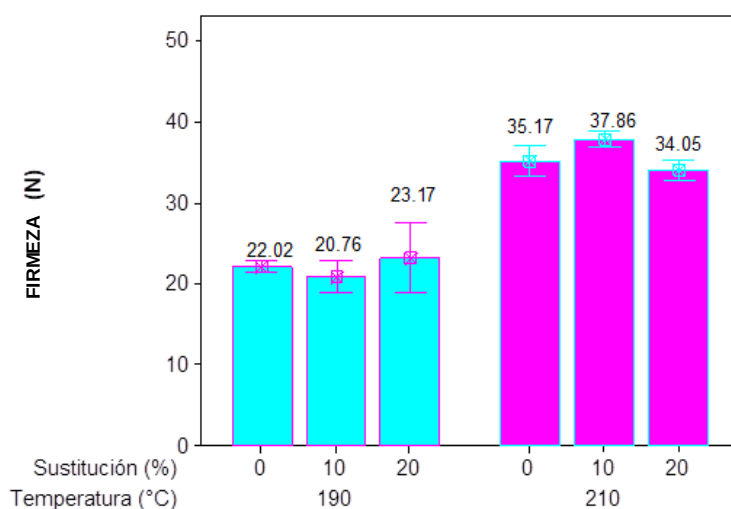


Figura 8. Valores de firmeza de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre y dos temperaturas de horneado

Tal como se observa, la firmeza fue mayor en los tratamientos sometidos a temperatura de horneado de 210 °C. Uno de los parámetros de calidad más importantes para las galletas es la firmeza. Si la galleta es demasiado dura, es inevitable el rechazo por parte de los consumidores (Rengifo, 2016).

En el Cuadro 22, se muestra la prueba de Levene modificada para valores de textura de galletas dulces, observándose homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 22. Prueba de Levene modificada para valores de firmeza de galletas dulces

Estadístico de Levene	p
0.580	0.716

En el Cuadro 23 se observa el análisis de varianza para valores de textura de galletas, el cual muestra que sólo la temperatura de horneado presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre dicha propiedad.

Cuadro 23. Análisis de varianza para valores de firmeza instrumental de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Sustitucion: S	2.000	2	1.000	0.065	0.937
Temperatura: T	845.584	1	845.584	55.279	0.000
S*T	29.656	2	14.828	0.969	0.407
Error	183.559	12	15.297		
Total	1060.800	17			

En el Cuadro 24, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, donde se pudo apreciar que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos. De igual modo se observa que los tratamientos horneados a la temperatura de 210 °C presentaron la mayor firmeza, con valores en el rango de 34.05 a 37.87 N.

Cuadro 24. Prueba de Duncan para valores de firmeza instrumental en galletas dulces.

Tratamiento	Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Subgrupo	
			1	2
H2T1	190	10	20.76	
H1T1	190	0	22.02	
H3T1	190	20	23.17	
H3T2	210	20		34.05
H1T2	210	0		35.17
H2T2	210	10		37.86

Como se observa en el Cuadro 24, la diferencia de la firmeza instrumental del subgrupo 1 y 2 se debe principalmente a la temperatura de horneado. En productos horneados, a partir de 150° C cada cinco grados hace que aumente su firmeza debido a la evaporación exhaustiva de agua (Rengifo, 2016).

Este aumento de firmeza también se evidenció en las galletas dulces elaboradas por Ortega y otros (2009), al sustituir harina de trigo por harinas de maíz, arroz y quinua (estas últimas en partes iguales) aumentando el porcentaje de sacarosa en la formulación; obteniendo en la galleta con 40% de sustitución de harinas sucedáneas y con 35% de sacarosa del total la formulación una firmeza de 20,1N; en tanto que la galleta con igual porcentaje de sustitución de harinas sucedáneas pero con 40% de sacarosa del total de la formulación una firmeza de 34,0 N.

Resultados similares fueron reportados por Gonzales (2007) quien evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de residuos (alveolo y cáscara) de naranja (0, 10, 20, 30 y 40%) sobre la firmeza de galletas dulces, donde observó que al aumentar la harina de residuos de naranja los valores de firmeza aumentaron de 0.28 a 1.35 N.

Gonzales (2007) menciona que el incremento de la firmeza en galletas, se debe a que las harinas de remanentes de la industria como las cáscaras

tienen alto contenido de fibra insoluble (lignina y celulosa), que producen un reforzamiento de la estructura desarrollada por los almidones, haciendo que el producto sea más firme.

4.6. Efecto de sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre sobre el color instrumental en galletas dulces.

En las Figuras 9, 10 y 11 se muestran los resultados correspondientes a los valores de color de galletas dulces.

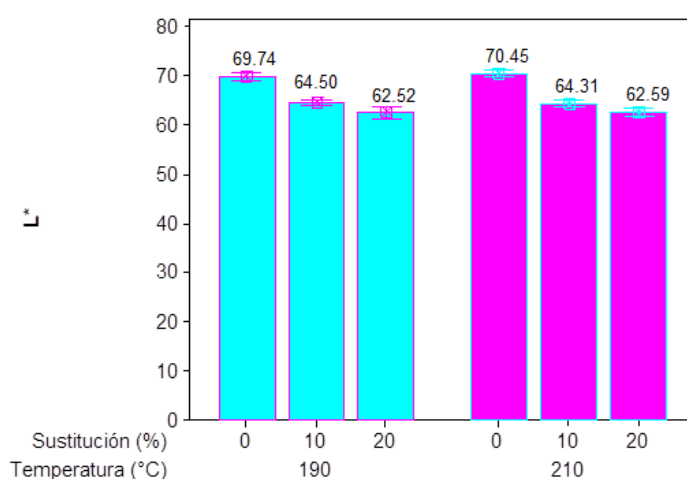


Figura 9. Valores de color L* en galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

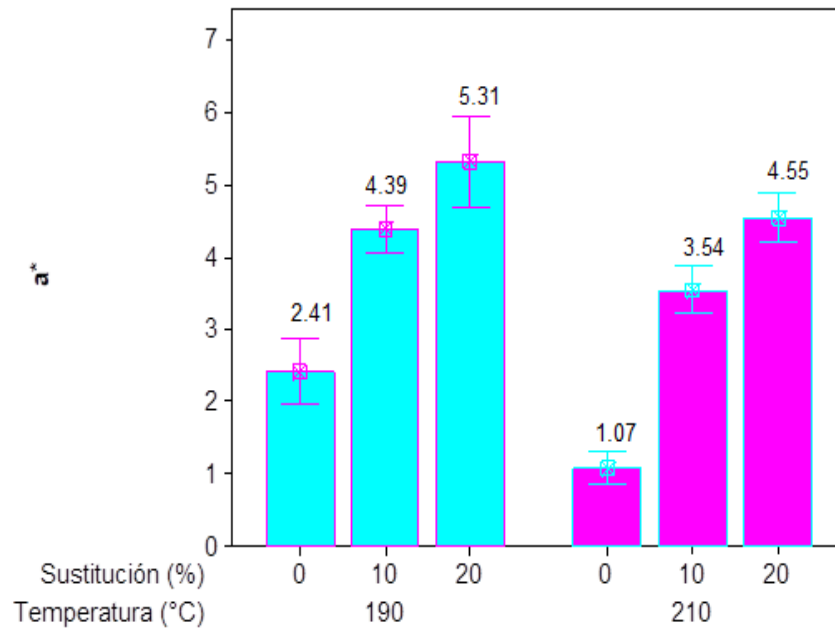


Figura 10. Valores de color a^* en galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

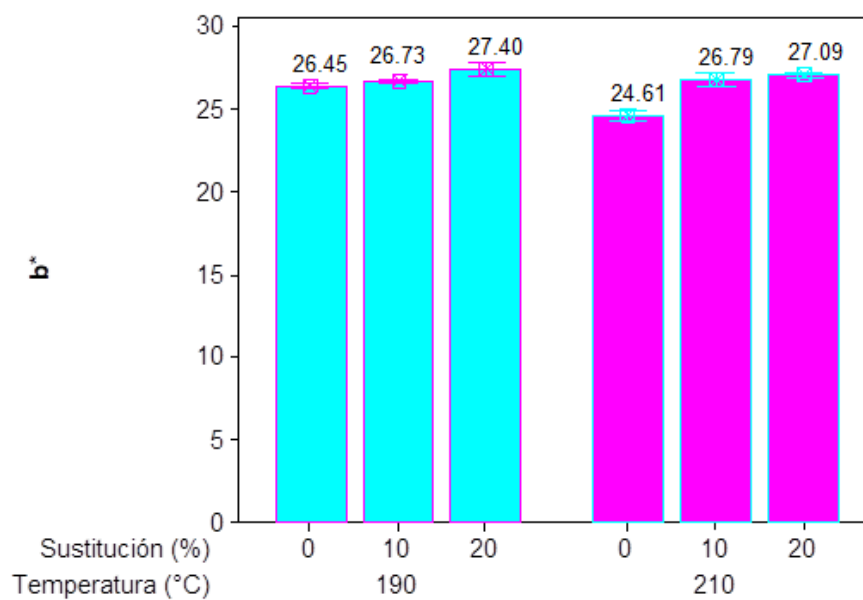


Figura 11. Valores de color b^* en galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

Tal como se observa, el valor de L^* disminuyó a medida que se incrementó el porcentaje de sustitución de harina de pulpa de zapallo macre a la formulación de galletas, presentando el color más oscuro las galletas con 20% de sustitución. Esto se debe a que la harina de zapallo macre contine mayor cantidad de azúcares reductores (1.46 g/100 g pulpa), según menciona Salunkhe (2004).

Galletas elaboradas con harina de trigo con color más oscuro ha sido reportado por Sudha y otros (2007), quienes prepararon mezclas de 0, 10, 20, 30 y 40% sustituyendo la harina de trigo con salvado de arroz, avena y cebada. La medición del color mostró que las galletas se volvieron más oscuras con el aumento del nivel del salvado, excepto para la incorporación de salvado de cebada.

En el Cuadro 25, se muestra la prueba de Levene modificada para valores de color de galletas dulces, en la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas; observándose homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 25. Prueba de Levene modificada para valores de color de galletas dulces en la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas.

Parámetro	Estadístico de Levene	p
L^*	0.150	0.975
a^*	0.350	0.876
b^*	0.510	0.767

En el Cuadro 26 se observa el análisis de varianza para valores de color de galletas dulces, el cual muestra que el porcentaje de sustitución y

temperatura de horneado presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las características de color a^* y b^* , mientras que para L^* , solo presentó efecto significativo, la sustitución.

Cuadro 26. Análisis de varianza para valores de parámetros de color de galletas dulces por sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas.

Variable	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
L^*	Sustitución: S	185.502	2	92.751	40.920	0.000
	Temperatura: T	0.168	1	0.168	0.074	0.790
	S*T	0.650	2	0.325	0.143	0.868
	Error	27.200	12	2.267		
	Total	213.520	17			
a^*	Sustitución: S	32.061	2	16.030	32.293	0.000
	Temperatura: T	4.341	1	4.341	8.746	0.012
	S*T	0.288	2	0.144	0.290	0.753
	Error	5.957	12	0.496		
	Total	42.647	17			
b^*	Sustitución: S	9.388	2	4.694	18.512	0.000
	Temperatura: T	2.198	1	2.198	8.668	0.012
	S*T	3.032	2	1.516	5.979	0.016
	Error	3.043	12	0.254		
	Total	17.662	17			

En los Cuadros 27, 28 y 29 se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (L^* , a^* y b^* , respectivamente), donde se aprecia que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos. De igual modo se observa que los tratamientos

con 10 y 20% de sustitución presentaron color más oscuro (menor valor de L^*), y mayores valores de a^* y b^* .

Los valores de las características a^* y b^* se incrementaron al aumentar el porcentaje de sustitución, posiblemente debido a los pigmentos carotenoides presentes en la harina de pulpa de zapallo macre y a la reacción de Maillard (Sozer y otros, 2014).

Cuadro 27. Prueba de Duncan para valores de color L^* de galletas dulces por la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

Tratamiento	Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Subgrupo	
			1	2
H3T1	190	20	62.52	
H3T2	210	20	62.59	
H2T2	210	10	64.31	
H2T1	190	10	64.50	
H1T1	190	0		69.74
H1T2	210	0		70.45

Cuadro 28. Prueba de Duncan para valores de parámetro de color a^* de galletas de dulces por la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

Tratamiento	Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Subgrupo			
			1	2	3	4
H1T2	210	0	1.07			
H1T1	190	0		2.41		
H2T2	210	10		3.54	3.54	
H2T1	190	10			4.39	4.39
H3T2	210	20			4.55	4.55
H3T1	190	20				5.31

Cuadro 29. Prueba de Duncan para valores de parámetro de color b* de galletas dulces por la sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

Tratamientos	Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Subgrupo	
			1	2
H1T2	210	0	24.61	
H1T1	190	0		26.45
H2T1	190	10		26.73
H2T2	210	10		26.79
H3T2	210	20		27.09
H3T1	190	20		27.40

El desarrollo del color, es decir el dorado en las galletas dulces es consecuencia de dos procesos simultáneos; la reacción de Maillard, donde los azúcares interactúan con los aminoácidos, y la caramelización, que es una degradación de azúcares (Walker y otros, 2012). Antes de dorarse, se sabe que las galletas se vuelven de color más claro por el secado superficial de la masa (Chevallier y otros, 2002). El proceso de dorado puede estar influenciado por una complejidad de factores distintos de la temperatura que influyen en la reacción de Maillard y caramelización incluyendo la formulación del producto, humedad en el horno y la actividad del agua del producto. De éstos, la formulación del producto es importante para proporcionar una fuente relativamente abundante de material de partida para que las reacciones de oscurecimiento puedan tener lugar; tales como proteínas, azúcares, jarabe, mono y di-sacáridos y leche en polvo (Walker y otros, 2012).

4.7. Efecto de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre sobre el diámetro y espesor de galletas dulces

En las Figuras 12 y 13 se muestran los resultados correspondientes al diámetro y espesor de las galletas dulces después del horneado.

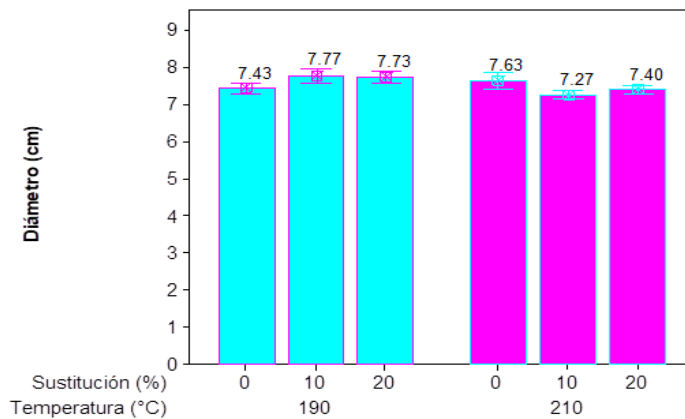


Figura 12. Valores de diámetro de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

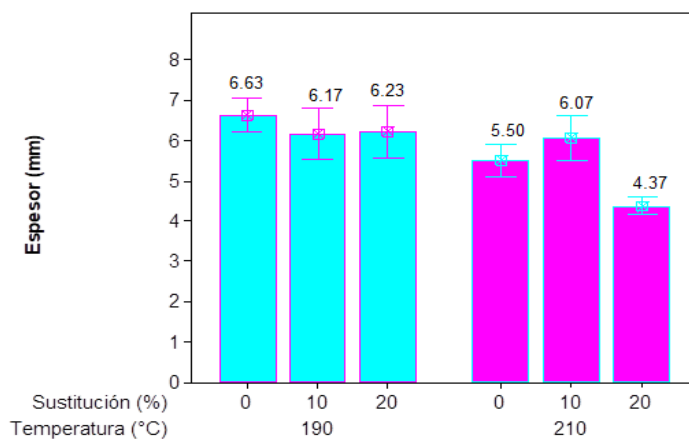


Figura 13. Valores de espesor de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

Tal como se observa, los valores de diámetro y espesor de la galleta dulce variaron entre 7.27 a 7.77 cm y 4.37 a 6.63 mm, respectivamente.

Walker y otros (2012) informan de una expansión del espesor y diámetro de galletas elaboradas con masa comercial durante el horneado. Indican que el calor y la acción de los agentes leudantes son los responsables de los cambios en las dimensiones que se producen cuando se hornean las galletas. La transferencia de calor que reciben las galletas, funde la grasa confiriendo plasticidad a la masa, lo que le permite fluir más fácilmente dando como resultado una expansión. El calentamiento de la masa conduce a un aumento en la presión de vapor de agua presión de vapor, por lo que las burbujas de aire atrapadas se expanden 1.25 veces (Walker y otros, 2012).

En el Cuadro 30, se muestra la prueba de Levene modificada para valores de diámetro y espesor de galletas dulces observándose homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 30. Prueba de Levene modificada para valores de diámetro y espesor de galletas dulces

	Estadístico de Levene	p
Diámetro	0.120	0.985
Espesor	0.310	0.898

En el Cuadro 31 se observa el análisis de varianza para los valores de diámetro y espesor de galletas dulces, el cual muestra que la sustitución y temperatura de horneado no presentaron efecto significativo ($p > 0.05$) sobre dichas propiedades.

Cuadro 31. Análisis de varianza para valores de grado de diámetro y espesor de galletas dulces.

	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Diámetro	Sustitución: S	0.008	2	0.004	0.050	0.951
	Temperatura: T	0.201	1	0.201	2.579	0.134
	S*T	0.401	2	0.201	2.579	0.117
	Error	0.933	12	0.078		
	Total	1.543	17			
Espesor	Sustitución: S	2.519	2	1.260	1.649	0.233
	Temperatura: T	4.795	1	4.795	6.276	0.028
	S*T	2.362	2	1.181	1.546	0.253
	Error	9.167	12	0.764		
	Total	18.844	17			

Estos resultados difieren a los reportados por Khouryieh y Aramouni (2012), quienes señalan que la adición de harina de linaza, disminuyó significativamente ($p < 0,05$) el espesor, a medida que aumentó el nivel de linaza en las galletas. Esta disminución pudo deberse a la inhibición del desarrollo del gluten por el alto contenido de grasa de la harina de linaza, causando así menos atrapamiento de aire.

Taylor y otros (2008) informan que el desarrollo del gluten contribuye a una expansión de la altura de los productos horneados, pero las galletas no aumentan dramáticamente en altura y diámetro, porque los azúcares atraen el agua sobre las proteínas del gluten, inhibiendo la expansión.

4.8. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre sobre la aceptabilidad general en galletas dulces.

En la Figura 14 se muestran los resultados correspondientes a la aceptabilidad general de las galletas dulces.

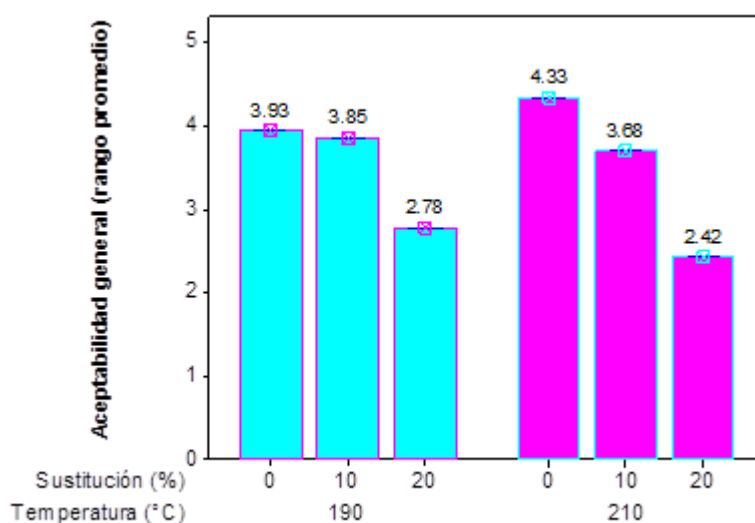


Figura 14. Valores de aceptabilidad general de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

En el Cuadro 32 se muestra los resultados correspondientes a la Prueba de Friedman para evaluación de la aceptabilidad general de galletas dulces.

La prueba de Friedman determinó diferencia significativa entre las muestras evaluadas ($p < 0.05$), además, la galleta dulce con sustitución al 0% y horneada a 210 °C presentó el mayor rango promedio de 4.33, con una moda de 6 correspondiente a la percepción de me gusta; así mismo, la galleta dulce con sustitución del 20% y horneada a 210° C, presentó el menor rango promedio de 2.42 con una moda de 5, correspondiente a la percepción de no me gusta ni me disgusta.

Sin embargo, la galleta dulce con 10% de sustitución y horneada a 190° C, presentó el rango promedio de 3.85 con una moda de 7 correspondiente a la percepción de me gusta bastante.

Cuadro 32. Prueba de Friedman para evaluación de la aceptabilidad general de galletas dulces por sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre a dos temperaturas de horneado.

Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Rango promedio	Moda
190	0	3.93	7
190	10	3.85	7
190	20	2.78	5
210	0	4.33	6
210	10	3.68	6
210	20	2.42	5
Chi-cuadrado		26.376	
p		0.000	

En el Cuadro 33 se muestra los resultados correspondientes a la Prueba de Wilcoxon para evaluación de la aceptabilidad general de galletas dulces.

En la prueba de Wilcoxon se comparó el tratamiento con rango promedio de 3.85 (sustitución al 10% y temperatura de horneado de 190 °C) contra los demás, donde ésta solo fue diferente ($p < 0.05$) a los tratamientos con sustitución al 20% a temperaturas de horneado de 190 y 210 °C. Los resultados de la evaluación sensorial de las galletas dulces preparadas a partir de los diferentes tratamientos están de acuerdo con los resultados publicados por Khouryieh y Aramouni, (2012), quienes observaron que la harina de linaza se puede incorporar en galletas como un reemplazo parcial

hasta 12% de harina de trigo sin afectar negativamente la calidad física y sensorial.

Resultados similares han sido reportados por Kaur y otros (2017), quienes evaluaron la aceptabilidad general de galletas elaboradas con sustitución de la harina de trigo con diferentes niveles de harina de linaza (0 - 30%). Los panelistas calificaron las galletas que contenían 15% de nivel de harina de linaza como altamente aceptables en relación con su puntuación de aceptabilidad general. A niveles mayores, la firmeza y el sabor de las galletas se vieron afectados. El análisis sensorial reveló que las características sensoriales de las galletas elaboradas con reemplazo del 10% con harina de linaza fueron las más cercanas al control.

Hussain y otros (2006) elaboraron galletas preparadas por adición de harina de linaza en harina de trigo integral. Observaron que la puntuación máxima en galletas elaboradas con harina de trigo integral, mientras que las puntuaciones bajas se dieron a galletas preparadas a partir de 25 y 30% de adición de harina de linaza.

Cuadro 33. Prueba de Wilcoxon para evaluación de la aceptabilidad general de galletas dulces por sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre.

Temperatura (°C)	Sustitución (%)	Temperatura (°C)	Sustitución (%)	p
190	10	190	0	0.553
		190	20	0.014
		210	0	0.217
		210	10	0.454
		210	20	0.005

V. CONCLUSIONES

La sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre y temperatura de horneado tuvieron efecto significativo sobre el contenido de humedad y cenizas, color, firmeza, espesor y aceptabilidad general, con excepción de acidez titulable y diámetro de galletas dulces.

La sustitución de harina de trigo por harina de zapallo macre al 10 % y temperatura de horneado 190° C permitió obtener el mayor contenido de humedad (4.90 %) y la menor cantidad de cenizas (2.75 %) y en relación a la firmeza, también se obtuvo el menor valor de este atributo (20.76 N) en galletas dulces.

La sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre al 10% y con una temperatura de horneado de 190° C se consideró como mejor tratamiento porque presentó una mayor aceptabilidad general con una moda de 7, correspondiente a me gusta bastante.

VI. RECOMENDACIONES

Estudiar la vida útil de la galleta dulce elaborada con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de zapallo macre.

Realizar estudios con nuevas materias primas que se producen en la región, tales como frutas, hortalizas, cereales y vegetales.

Estudiar el efecto del tratamiento térmico sobre la composición química del zapallo macre.

En las sustituciones de harina de trigo por harina de zapallo macre analizar las variaciones del contenido de fibra en las galletas.

Estudiar efecto de sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas, como harina de zanahoria, betarraga, entre otros.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Alava, A. 2007. Desarrollo del proceso y caracterización de harina de zapallo y formulación de subproductos. Tesis para optar el grado de Ingeniero de Alimentos. Escuela Superior Politecnica del Litoral Guayaquil, Ecuador

Amatriain, E. 2000. Efectos del exceso de hierro sobre la salud. Ortomolecular Nutritionist. Miembro de la Sociedad Internacional de Medicina Ortomolecular ISOM. Toronto. Canadá.

Recuperado de:

<http://www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/202445.pdf>

Castro, E. 1993. Reología y monografías sobre ingeniería en alimentos, N° 11. Depto. de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Facultad de Ciencias Químicas, Farmacéuticas. Universidad de Chile.

Recuperado de:

<http://www.cienciaytec.cl./abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=1816157X&AN>

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

Bassinello, P., Freitas, D., Ascheri, J., Takeiti, C., Carvalho, R., Koakuzu, S., y otros. 2011. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. *Procedia Food Science*, 1: 1645-1652.

Castillo, L. 2003. Efecto de la sustitución de la harina de trigo (*triticum aestivum*) por puré de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza brancroft*) en las características reológicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis presentada para la obtención del título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Chevallier, S., Della Valle, G., Colonna, P., Broyart, B. y Trystram, G. 2002. Structural and chemical modifications of short dough during baking. *Journal of Cereal Science*, 35(1):1-10.

Ding, P., Hajar, S. y Mohd, H. 2007. Changes in selected quality characteristics of minimally processed carambola (*Averrhoa carambola L.*) when treated with ascorbic acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 702-709. Malaysia.

Dirección de Información Agraria, La Libertad. 2016. Gobierno regional La Libertad. Recuperado de: <http://www.regionlalibertad.gob.pe/>

FAO, 2014. La agricultura en el mundo: hacia 2015/2030, USA: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Gonzáles, N. 2007. Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja. Tesis para optar título de Licenciada en Química de Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

Hernández, A., García, D. y Calle, J. 2014. Elaboración de galletas dulces con adición de ajonjolí tostado y molido. Tesis para optar el título de Licenciados en Tecnología Química – Cuba.

Hussain, S., Anjum, F., Butt, M., Khan, M. S. y Asghar, A. 2006. Physical and Sensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies. Turkish Journal of Biology, 30:87-92.

INDECOPI, 2016. NTP 206.001:2016. Panadería, Pastelería y galletería. Galletas, Requisitos. Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

INDECOPI, 2016. NTP 205.040:2016. Harinas sucedáneas de la harina de trigo. Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

INDECOPI, 2016. NTP 206.011:1981 (Revisada el 2016). Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de humedad, Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

INDECOPI, 2016. NTP 206.014:1981 (Revisada el 2016). Galletas. Determinación del pH = COOKIES. Determination of pH, Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

INDECOPI, 2016. NTP 205.038:1975 (Revisada el 2016). HARINAS. Determinación de cenizas, Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

INDECOPI, 2016. NTP 209.701:2016. ADITIVOS ALIMENTARIOS. Colorantes y agentes de retención de color., Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

INDECOPI, 2016. NTP 206.013:1981 (Revisada el 2011). BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de la acidez, Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

Khouryieh, H. y Aramouni, F. 2012. Physical and sensory characteristics of cookies prepared with flaxseed flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92:2366-2372.

Kaur, M., Singh, V. y Kaur, R. 2017. Effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of cookies. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 9:14-20.

Pesantes, L. 2014. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pulpa de tuna púrpura (*Opuntia ficus-indica*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galleta dulce. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Rengifo, D. 2016. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semilla de pan de árbol (*Artocarpus altilis*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, La Libertad, Perú.

Reyes, G., Gómez-Sánchez, P., Espinoza, B., Bravo, R. y Ganoza, M. 2009. *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*, Lima: Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.

Rodriguez, D. 2014. Efecto de la sustitución de harina de trigo por una porción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (*Solanum tuberosum*) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, La Libertad, Perú.

Ruíz, M. 2011. Efecto del tipo de harina de zapallo macre (*Cucurbita máxima*) sobre el volumen específico, firmeza sensorial y aceptabilidad general en el pan de molde durante su almacenamiento. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Ochoa C. (2003). Las Papas Del Perú: Base De Datos 1947-1997. Editorial. Centro Internacional de la papa. Lima.

Ortega, G., Hernández, D., y Acosta, H. 2009. Desarrollo y caracterización de un producto libre de gluten a base de harinas de maíz, arroz y quinua. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Cal-Colombia.

Salunkhe, K. y Kadam, S. 2004. Tratado de ciencia y tecnología de hortalizas: producción, composición, almacenamiento y procesado. Editorial Acribia – Zaragoza – España 2004.

Sozer, N., Cicerelli, L., Heiniö, R., y Poutanen, K. 2014. Effect of wheat bran addition on in vitro starch digestibility, physicochemical and sensory properties of biscuits. Journal of Cereal Science, 1: 1-9.

Sudha, M., Srivastava, A., Vetrmani R., Leelavathi, K. 2007. Fat replacement in soft dough biscuits; in implications on dough rheology and biscuits quality. Journal of Food Enggnering, 80: 922 – 930.

Taylor, T., Fasina, O. y Bell, L. 2008. Physical properties and consumer liking of cookies prepared by replacing sucrose with tagatose. Journal of Food Science, 73:145-151.

Tejero, F. 2008. Panadería y bollería – Mecanización y calidad. España: Montagud Editores S.A.

Uriol, M. 2014 Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*) variedad Kent y temperatura de horneado sobre la textura, color, contenido de fibra, volumen específico y aceptabilidad general en pan de molde integral. Tesis para optar título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Walker, S., Seetharaman, K., y Goldstein, A. 2012. Characterizing physicochemical changes of cookies baked in a commercial oven. Food Research International, 48: 249-256.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores de humedad, cenizas, acidez titulable, firmeza, parámetros de color, diámetro y espesor de galletas dulces.

Temperatura	Sustitución	Humedad	Cenizas	Acidez	Firmeza	L*	a*	b*	Diámetro	Espesor
190	Control	4.84	2.80	0.23	21.19	71.17	1.67	26.71	7.70	6.00
		4.85	2.71	0.24	23.57	68.07	3.24	26.41	7.20	6.50
		4.89	2.79	0.23	21.30	69.99	2.32	26.23	7.40	7.40
	Promedio	4.86	2.77	0.23	22.02	69.74	2.41	26.45	7.43	6.63
	DE	0.03	0.05	0.01	1.34	1.56	0.79	0.24	0.25	0.71
	10	4.92	2.72	0.24	17.40	65.53	3.75	26.75	8.00	5.00
		4.91	2.74	0.23	20.54	64.59	4.56	26.90	7.90	6.30
		4.86	2.79	0.24	24.34	63.38	4.86	26.54	7.40	7.20
	Promedio	4.90	2.75	0.24	20.76	64.50	4.39	26.73	7.77	6.17
	DE	0.03	0.04	0.01	3.48	1.08	0.57	0.18	0.32	1.11
	20	4.89	2.77	0.24	28.37	60.02	6.50	26.61	7.90	5.00
		4.85	2.82	0.25	26.83	64.18	4.37	28.07	7.90	6.50
		4.88	2.88	0.23	14.31	63.37	5.06	27.53	7.40	7.20
	Promedio	4.87	2.82	0.24	23.17	62.52	5.31	27.40	7.73	6.23
	DE	0.02	0.06	0.01	7.71	2.21	1.09	0.74	0.29	1.12
210	0	4.72	2.79	0.25	32.57	71.68	0.62	24.27	7.90	5.00
		4.70	2.74	0.25	33.98	70.71	1.27	24.34	7.80	5.21
		4.69	2.77	0.21	38.94	68.97	1.33	25.22	7.20	6.30
	Promedio	4.70	2.77	0.24	35.17	70.45	1.07	24.61	7.63	5.50
	DE	0.02	0.03	0.02	3.35	1.37	0.39	0.53	0.38	0.70
	10	4.73	2.78	0.22	38.92	63.15	3.71	25.99	7.50	5.00
		4.72	2.81	0.23	35.93	65.59	2.90	27.03	7.20	6.30
		4.75	2.86	0.24	38.72	64.18	4.02	27.34	7.10	6.90
	Promedio	4.73	2.82	0.23	37.86	64.31	3.54	26.79	7.27	6.07
	DE	0.02	0.04	0.01	1.67	1.22	0.58	0.71	0.21	0.97
	20	4.80	2.88	0.24	36.35	62.10	5.03	27.46	7.50	4.00
		4.79	2.89	0.25	33.58	64.08	3.88	26.95	7.20	4.80
		4.77	2.86	0.21	32.23	61.58	4.73	26.86	7.50	4.30
	Promedio	4.79	2.88	0.23	34.05	62.59	4.55	27.09	7.40	4.37
	DE	0.02	0.02	0.02	2.10	1.32	0.60	0.32	0.17	0.40

Anexo 2. Resultados evaluación aceptabilidad general de galletas dulces

Temperatura (°C)		190			210		
Jueces	Sustitución (%)	0	10	20	0	10	20
1		4	7	7	6	5	4
2		6	6	5	6	6	7
3		6	7	5	7	7	7
4		6	7	5	5	8	5
5		7	7	5	6	5	4
6		7	7	9	6	8	8
7		9	8	9	8	9	9
8		8	8	5	9	6	7
9		7	7	5	8	6	5
10		8	8	5	7	6	5
11		8	8	8	6	7	5
12		7	4	5	9	8	7
13		6	6	6	6	7	5
14		5	7	6	7	5	5
15		6	5	5	7	6	5
16		5	6	3	8	6	5
17		7	7	3	7	6	6
18		6	7	5	8	7	5
19		9	8	5	6	5	5
20		7	4	3	8	5	4
21		5	5	3	6	6	5
22		8	5	6	7	5	4
23		6	7	3	8	6	6
24		7	6	8	8	6	5
25		6	5	6	6	8	8
26		7	6	8	8	8	5
27		8	7	6	8	6	6
28		7	7	3	6	6	6
29		7	8	8	7	6	5
30		7	7	9	6	8	6
Promedio		6.73	6.57	5.63	7.00	6.43	5.63