

**ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE  
HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CASCARA DE MANGO (*Mangifera indica*).**

**ALEXANDRA SOLIS SIERRA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO**

**2022**

**ELABORACIÓN DE GALLETAS INTEGRALES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE  
HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CASCARA DE MANGO (*Mangifera indica*).**

**ALEXANDRA SOLIS SIERRA**

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación, presentado como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniera Agroindustrial**

**Asesor:**

**M. Sc. Laura Inés Latorre Vásquez**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO**

**2022**

### **Nota de Responsabilidad**

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo primero del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

LAURA INES LATORRE VÁSQUEZ

Asesor

---

VERÓNICA FERNANDA JARRIN JARRIN

Jurado

---

MAURICIO ALEXANDER BUCHELI

Jurado

San Juan de Pasto, Julio de 2021

### **Dedicatoria**

Al finalizar este paso por la academia quiero dedicar este trabajo de grado a Dios mi amado Padre Celestial; por la bendición de la vida, por renovar mis fuerzas, por su amor, cuidado, ayuda, por enseñarme que para El y con El todo es posible, por acompañar, guiar e iluminar mi vida en mi diario caminar, por darme la capacidad de soñar y la posibilidad de hacer mis sueños realidad. Por todo esto y mucho más no solo le agradezco, sino que le dedico este logro con todo mi amor.

## **Agradecimientos**

A mi querida madre Eleuteria Sierra Ortiz; le agradezco de una forma muy especial por todo el apoyo brindado y por los valores y principios impartidos.

A mi querido padre Regin Rosendo Solis Castillo; el cual ya descansa en el Señor, le agradezco por el apoyo brindado y sobre todo por a verme enseñado a depender de Dios, además, le agradezco por enseñarme a ser una persona con calidad humana.

A mis hermanos: William Solis Sierra, Jimmy Solis Sierra, Olga Patricia Solis Sierra, María Eugenia Solis Sierra, Alicia Solis Sierra, Ana Betsaida Solis Sierra, Azalia Solis Sierra, Josué Solis Sierra, David Solis Sierra y Luz Irina Solis Sierra, por su apoyo.

A mi querido hijo Miller Alexander Quiñones Solis; por ser mi inspiración, motivación, por su alegría, energía, ternura, compañía y por hacer mi vida más feliz a pesar de las situaciones adversas que se presentan en la vida.

A mi universidad de Nariño le agradezco por abrirme las puertas, fue mi segunda casa y conocí personas maravillosas que, aunque me vaya, ellas seguirán por siempre en mi corazón.

A mis profesores y profesoras les agradezco por todo el conocimiento impartido y apoyo.

A mi asesora M. Sc Laura Inés Latorre Vásquez por sus enseñanzas, su tiempo, dedicación, correcciones, apoyo en el desarrollo de la presente investigación y sobre todo por ser una maravillosa persona.

A mi directora del grupo BIOTA M. Sc. Olga Benavides por su apoyo.

A mis Jurados M. Sc. Mauricio Alexander Bucheli y M. Sc. Verónica Jarrin por sus correcciones y valiosas recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

A los funcionarios de los laboratorios especializados por su colaboración en el desarrollo de procedimientos.

A mis docentes, compañeros y a cada una de las personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

## Resumen

Esta investigación tuvo como finalidad elaborar galletas integrales sustituyendo parcialmente harina de trigo por harina de cascara de mango de la variedad tommy (*Mangifera indica*) en diferentes porcentajes 10%, 20% y 30%; Se evaluaron las características bromatológicas de la harina de cascara de mango (HCM), se obtuvo: Humedad 6,10%, materia seca 93,90%, Ceniza 2,30%, extracto etéreo 1,99%, fibra cruda 7,40%, proteína 3,75%, extracto no nitrogenado 78,46%, energía 400kcal/100g, calcio 0,25%, fósforo 0,10%, magnesio 0,14%, potasio 0,81%, azufre 0,05%, hierro 89,08 mg/kg, manganeso 11,27 mg/kg, zinc 7,21 mg/kg, cobre 5,39 mg/kg, a la HCM se le evaluaron algunas propiedades funcionales tales como Capacidad de Retención de Agua (CRA) la cual fue de 804,933%, Capacidad de Retención de Aceite (CRAC) 209,2%, capacidad de hinchamiento (CH) 69,6667ml/g y densidad de 0,57315g/ml, en las galletas se realizaron: evaluación sensorial donde el factor fue el nivel de sustitución utilizando 4 tratamientos T1 (100%HT – 0% HCM), T2 (90%HT – 10% HCM), T3 (80%HT - 20% HCM) y T4 (70%HT – 30% HCM), análisis fisicoquímico color, textura y humedad. mediante un DIA con arreglo factorial 2 factores en 4 niveles cada uno.

Teniendo como factor el % de sustitución en 4 niveles, los resultados para la caracterización de la harina mostro una humedad de 6,10% resultado recomendado para mantener la estabilidad en los alimentos y para la elaboración de las galletas se obtuvo que aquellas con un nivel de sustitución del 20% presentaron un mayor porcentaje de aceptabilidad. Se concluye que el nivel de sustitución les atribuye a las galletas características como: sabor y color, que mejoraron en textura, el tratamiento con sustitución del 30% (70% HT y 30% HCM) tiene una mayor calificación en cuanto al atributo textura. Este resultado se obtiene debido a que

la harina de cascara de mango le confiere una firmeza y crocancia, relacionada directamente con el aumento de harina de cascara de mango en los tratamientos; lo anterior le confiere una textura agradable percibida por los panelistas.

**Palabras clave:** galletas, sustitución, harina de cascara de mango.

### Abstract

The purpose of this research was to make whole-grain biscuits by partially substituting wheat flour for mango peel flour of the tommy variety (*Mangifera indica*) in different percentages 10%, 20% and 30%; The bromatological characteristics of the mango peel flour (HCM) were evaluated, it was obtained: Moisture 6.10%, dry matter 93.90%, Ash 2.30%, ethereal extract 1.99%, crude fiber 7.40 %, protein 3.75%, non-nitrogen extract 78.46%, energy 400kcal / 100g, calcium 0.25%, phosphorus 0.10%, magnesium 0.14%, potassium 0.81%, sulfur 0.05% , iron 89.08 mg / kg, manganese 11.27 mg / kg, zinc 7.21 mg / kg, copper 5.39 mg / kg, the HCM was evaluated for some functional properties such as Water Retention Capacity ( CRA) which was 804.933%, Oil Retention Capacity (CRAC) 209.2%, swelling capacity (CH) 69.6667ml / g and density of 0.57315g / ml, n the cookies were carried out: sensory evaluation where the factor was the level of substitution using 4 treatments T1 (100% HT - 0% HCM), T2 (90% HT - 10% HCM), T3 (80% HT - 20% HCM) and T4 (70% HT - 30 % HCM), physicochemical analysis of color, texture and humidity. through a DIA with a factorial arrangement of 2 factors at 4 levels each.

Taking as a factor the% of substitution in 4 levels, the results for the characterization of the flour showed a humidity of 6.10%, recommended result to maintain the stability in the food and for the elaboration of the cookies it was obtained that those with a level 20% substitution showed a higher percentage of acceptability. It is concluded that the level of substitution attributes to the cookies characteristics such as: flavor and color, which improved in texture, the treatment with substitution of 30% (70% HT and 30% HCM) has a higher rating in terms of the texture attribute. This result is obtained because the mango peel flour gives it firmness and

crispness, directly related to the increase in mango peel flour in the treatments; This gives it a pleasant texture perceived by the panelists.

**Keywords:** biscuits, substitution, mango peel flour.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	19
1. Planteamiento del problema.....	22
2. Justificación .....	24
3. Marco teórico .....	28
3.1. Características del mango .....	28
3.1.1 Importancia .....	29
3.1.2 Cultivo producción y consumo .....	29
3.1.3 Valor nutricional de la cascara.....	29
3.1.4 Variedad Tommy .....	30
3.2 Características de las galletas.....	30
3.3 Fundamentos teóricos .....	31
3.3.1 Análisis proximal o bromatológico.....	31
3.3.2 Capacidad emulsificante .....	32
3.3.3 Capacidad espumante.....	33
3.3.4 Índice de color.....	33
3.3.5 Humedad .....	33
3.3.6 Textura .....	34
3.3.7 Análisis Sensorial.....	34
3.3.8 Antecedentes del tema .....	35
4. Objetivos .....	38
4.1. Objetivo general.....	38

	12
4.2. Objetivos específicos .....	38
5. Metodología .....	39
5.1 Localización .....	39
5.1.1 Adquisición de materia prima .....	39
5.1.2 Acondicionamiento de materia prima .....	39
5.1.3 Obtención de la harina .....	40
5.2 Caracterización fisicoquímica de la harina obtenida a partir de cascara de mango.....	40
5.2.1 Pruebas de análisis de las propiedades funcionales .....	40
5.2.1.1. Capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de retención de aceite (CRAC).....	40
5.2.1.2. Capacidad de hinchamiento. ....	41
5.2.1.3. Densidad. ....	42
5.2.2 Rendimiento del proceso.....	43
5.2.3 Composición química de la harina de mango .....	43
5.3 Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango.....	45
5.3.1 Diagrama de flujo .....	45
5.3.2 Formulación .....	46
5.3.3 Diseño experimental .....	47
5.3.4. Variables de respuesta a evaluar .....	48
5.3.4.1. Color. ....	48
5.3.4.2. Textura. ....	49
5.3.4.3. Humedad. ....	49

5.3.4.4. Análisis sensorial. ....	49
5.3.5 Análisis de la información .....	50
6. Resultados y discusión .....	51
6.1 Caracterización fisicoquímica de la harina obtenida a partir de cáscara de mango.....	51
6.1.1. Rendimiento de la harina .....	51
6.1.2. Composición química de la harina de mango .....	51
6.1.3. Prueba de análisis de las propiedades funcionales.....	54
6.1.4 Capacidad de Hinchamiento .....	55
6.1.5 Densidad .....	56
6.2 Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango.....	56
6.2.1. Análisis sensorial de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango (Mangifera indica). ....	56
6.2.2 Análisis de características físicas de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango. ....	66
Conclusiones .....	79
Recomendaciones .....	80
Referencias.....	81
ANEXOS .....	88

## Lista de tablas

		<b>Pág.</b>
Tabla 1	Cantidades de ingredientes de la formulación para 75 gr de mezcla .....	46
Tabla 2	Descripción de los tratamientos para la evaluación de las características físicas y bromatológicas en galletas .....	47
Tabla 3	Composición química de harina de mango. Análisis proximal, energía y minerales .....	52
Tabla 4	Análisis de las propiedades funcionales.....	54
Tabla 5	Análisis de varianza para color. ....	56
Tabla 6	Prueba LSD Fisher para color. ....	58
Tabla 7	Análisis de varianza para sabor. ....	59
Tabla 8	Prueba LSD Fisher para sabor. ....	60
Tabla 9	Análisis de varianza para textura. ....	61
Tabla 10	Prueba LSD Fisher para textura. ....	62
Tabla 11	Análisis de varianza para aceptabilidad. ....	63
Tabla 12	Prueba LSD Fisher para aceptabilidad. ....	64
Tabla 13	Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III .....	67
Tabla 14	Pruebas de Múltiple Rangos para Color por % de sustitución.....	67
Tabla 15	Pruebas de Múltiple Rangos para Color por Día .....	68
Tabla 16	Análisis de Varianza para Crocancia - Suma de Cuadrados Tipo III .....	70
Tabla 17	Pruebas de Múltiple Rangos para Crocancia por % de sustitución.....	70
Tabla 18	Pruebas de Múltiple Rangos para Crocancia por Día .....	71
Tabla 19	Análisis de Varianza para Firmeza - Suma de Cuadrados Tipo III .....	72

Tabla 20	Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por % de sustitución.....	73
Tabla 21	Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por Día .....	74
Tabla 22	Análisis de Varianza para Humedad - Suma de Cuadrados Tipo III .....	77
Tabla 23	Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por % de sustitución .....	77

## Lista de imágenes

	<b>Pág.</b>
Imagen 1. Proceso de obtención de harina.....	40
Imagen 2. Determinación de la CRA y la CRAC .....	41
Imagen 3. Determinación de la capacidad de hinchamiento.....	42
Imagen 4. Determinación de densidad.....	43
Imagen 5. Diagrama de procesos .....	45
Imagen 6. Evaluación de color.....	48
Imagen 7. Evaluación de textura.....	49
Imagen 8. Evaluación sensorial .....	50
Imagen 9. Galletas con diferentes porcentajes de sustitución.....	66

## Lista de gráficos

	<b>Pág.</b>
Grafico 1 Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable color. ....	58
Grafico 2. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable sabor .....	60
Grafico 3. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable textura.....	62
Grafico 4. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable aceptabilidad. ....	64
Grafico 5. Valoración global medias de las calificaciones sensorial. ....	65
Gráfico 6. Medias para color con respecto al % de sustitución .....	69
Gráfico 7. Medias para color con respecto al día.....	69
Gráfico 8. Medias para crocancia con respecto al % de sustitución .....	72
Gráfico 9. Medias para crocancia con respecto al día.....	72
Gráfico 10. Medias para firmeza con respecto al % de sustitución .....	75
Gráfico 11. Medias para firmeza con respecto al día.....	76
Gráfico 12. Medias para humedad con respecto al % de sustitución.....	78

**Lista de anexos**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1	88
Anexo 2	89
Anexo 3	90
Anexo 4	93
Anexo 5	96
Anexo 6	100
Anexo 7	102

## Introducción

Una de las ramas productivas en las que se tiene confianza por las ventajas comparativas existentes en Colombia es la fruticultura, dentro de ésta, el mango (*Mangifera indica L.*), el cual es una de las frutas más importantes a nivel nacional e internacional (Sosa et al., 2011). Es conocido como el rey de las frutas tiene un delicioso sabor, apariencia atractiva y nutrientes superiores, así como una gran producción. En cuanto a su composición, las cáscaras de diferentes variedades de mango contienen pectina de alta calidad, por su importante concentración en ácido galacturónico y su grado de esterificación, así como fibra dietaria con un excelente equilibrio entre fibra soluble e insoluble (Cedeño et al., 2014). La semilla de mango representa alrededor del 9.00-23.00% de una fruta total y está compuesto por 45.70-72.80% de grano.

Es importante tener en cuenta que la demanda de alimentos procesados está aumentando significativamente en todo el mundo. Los productos de panadería también están obteniendo una notable preferencia en el sector alimentario mundial (Pabitra et al., 2019). Siendo, las galletas un snack de amplio consumo y asequible en el mercado, teniendo una tendencia del consumidor a adquirir galletas con un mejor perfil que gusta tanto a pequeños como a grandes, es un producto fácil de llevar y consumir. En la actualidad hay una tendencia a consumir galletas con un mejor perfil nutricional; con agregado de fibras, proteínas y otros ingredientes especiales, junto con la reducción de azúcar y grasa (Euromonitor, 2018).

Es conveniente destacar que la innovación aparece como la principal estrategia que ha permitido dinamizar el sector, con continuas nuevas presentaciones que permiten captar nuevos segmentos de consumidores (ALIMARKET, 2013).

La tendencia del consumidor es de alimentarse bien de la forma más sana posible, una de las alternativas para satisfacer sus necesidades es mediante la sustitución parcial o total de harina

de trigo por otras harinas para incrementar el valor nutricional de las galletas y la utilización de residuos con potencial.

Muchos factores influyeron en los últimos años para que los hábitos en la vida cotidiana, fueran cambiando e impactando en distintos aspectos. Las exigencias laborales actuales, el stress, la crisis global, la seguridad, la limitación del tiempo disponible, son algunas de las causas que generan estos cambios. La alimentación juega un rol preponderante provocando una tendencia a consumir comidas preparadas para ser consumidas en el hogar, alimentos para ser consumidos fuera de los restaurantes, etc. Las frutas y verduras no solo proveen vitaminas y minerales, necesarios para una vida saludable, sino también compuestos naturales con la potencialidad de proteger de enfermedades. Esto ha llevado a que estos alimentos sean considerados nutraceuticos o alimentos funcionales, es decir alimentos o sus partes que proveen beneficios médicos. Debido a las ventajas de estos alimentos en relación a la salud, las frutas y verduras están “de moda” y con tendencia a consolidarse como algo permanente. (Greco, 2010). Es importante tener en cuenta que la cáscara del mango constituye alrededor del 15 al 20% de la fruta, con contenidos de compuestos valiosos como polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietética. (Cedeño et al., 2014).

Según Alija (2010), recientemente se han encontrado reportes sobre el uso de cáscaras para la producción de biogás, como fuente de compuestos bioactivos como polifenoles, carotenoides, vitaminas y fibra dietaría. Asimismo, se ha incorporado en alimentos como fuente de fibra y evaluado su capacidad anticancerígena (Figuroa et al., 2010).

Las personas se han preocupado por su salud y por vivir más tiempo sin tener que sufrir enfermedades como el sobrepeso y la obesidad y es por esto que han entrado al mundo de la tendencia saludable (Buitrago, 2019). Una de las alternativas para satisfacer sus necesidades

alimenticias es la sustitución parcial o total de harina de trigo por otras harinas para incrementar el valor nutricional de las galletas y la utilización de residuos con potencial.

Por lo anterior, la investigación tuvo como objetivo elaborar galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*). Con lo cual se hizo un aprovechamiento de estos residuos; que no tienen valor de uso directo o indirecto para quien lo genera, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

## 1. Planteamiento del problema

La cáscara de mango es un residuo de alta contaminación del medio ambiente, además de su contenido de nitrógeno y fósforo tiene un alto contenido de agua que la hace susceptible a modificaciones por microorganismos creando problemas como la formación de lixiviados y la emisión de gases (Ajila et al., 2008). Por lo tanto, es una necesidad valorarla para uso alimentario, ya que es fuente de componentes nutricionales y bioactivos, que varían de acuerdo a la variedad. Los subproductos pueden servir para consumo humano o animal y aplicación industrial; esto traería beneficios económicos, sin embargo, las industrias que generan este tipo de residuos sólidos no tienen ningún plan debido al alto costo de reutilización y por ello los ubican en la basura en los vertederos o rellenos sanitarios (Cock et al., 2014). En Colombia el manejo de residuos sólidos se ha hecho históricamente en función de la prestación del servicio de aseo sin embargo cada vez más la capacidad de los rellenos sanitarios se ha ido reduciendo, (Cardona, 2002). Esto obliga a que la recuperación de estos recursos deba ser inmediata. Debido a esta problemática se creó la denominada política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el país (leyes 99 de 1993 y 142 de 1994). (Yepes et al., 2008).

Las cáscaras de varias frutas han sido utilizadas para la extracción de pectina (Prakash *et al.*, 2014). Aunque un porcentaje mínimo de la cáscara generada en el procesamiento del mango se utiliza actualmente para la fabricación de concentrados, la mayor parte es considerada como un residuo y termina siendo una fuente de contaminación ambiental. Las cáscaras de mango de las variedades Keitt y Tommy Atkins tienen potencial en la agroindustria, como componentes de alimentos procesados en formulaciones prebióticas debido a que son fuente potencial de antioxidantes y de fibra dietética, especialmente celulosa. La cáscara de mango utilizada en

forma pulverizada es una fuente potencial para la elaboración de alimentos funcionales que mejoran los contenidos nutritivos. (León, 2014).

Existe una gran abundancia de productos para consumir entre comidas, diversidad de galletas, pero muy pocas con contenido de harina obtenida de cáscaras de mango como las que se elaboraron en este trabajo.

Todos los anteriores aspectos condujeron a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango que les atribuya las mejores características físicas y organolépticas a las galletas elaboradas?

## 2. Justificación

El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta tropical que se destaca por su particular sabor y aroma, tiene amplia aceptación y una creciente demanda en los mercados internacionales. (Astudillo et al., 2016). El mango (*Mangifera indica*) es un alimento con fuente de ácido ascórbico (9.79 a 186 mg /100 g), carotenoides (1159 a 3000 mg/100 g) y poli fenoles presentes en la parte comestible de la fruta que le confieren capacidad antioxidante. Es una de las frutas tropicales más importantes del mundo en términos de producción, superficie cultivada, y popularidad, con una producción global que excede los 27 millones de toneladas, siendo el mayor cultivo tropical. Colombia es el vigésimo productor de mango en el mundo según la Food Agriculture Organization (FAO), con un aporte de 239 mil toneladas, equivalente al 0.6% de la producción mundial. (Bernal et al., 2014).

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Nariño, para el 2015 la siembra fue de 30.833 hectáreas y la cosecha fue de 25015 hectáreas, para el 2016 se sembró 36.869 hectáreas y se cosecharon 26.703 toneladas. Según Espinal afirma que Procolombia antiguamente Proexport afirmó que en Colombia se encontraban aproximadamente 239 ha cultivadas de mango, la gran mayoría exportando a Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea. El mango es uno de los productos potenciales de la biodiversidad colombiana que pueden tener mayor participación en los mercados internacionales (Zamudio, 2019). Según la FAO, la India es el primer productor mundial de mango, con más de 16 millones de toneladas anuales, y Colombia está en el top veinte, con 220 mil toneladas. En América, México ha tenido un crecimiento acelerado (puesto 6, con 1.6 millones de toneladas) y Brasil (8, con 1.2 millones). En cuanto a la participación en la producción mundial, tenemos que India hace 42.3% de la misma,

seguida por China (11.3%), Tailandia (6.6%), Paquistán (4.6%), México (4.2%), Indonesia (3.4%) y más abajo a Colombia, con 0.6%. En exportaciones, aparece India en primer lugar en el mundo, con 0.6% de los 16 millones de toneladas que produce: 250 mil toneladas. México es el segundo exportador, con 200- 250 mil toneladas. Colombia (220 mil toneladas de mango fresco el año pasado) (ASOHOFRUCOL, 2012). Según DANE-ENA (2013), en Colombia durante el año 2013 se cultivaron 25.362 hectáreas de mango, de las cuales se cosecharon 21.057 hectáreas que produjeron 261.794 toneladas de fruta, con rendimientos promedios de 12,4 toneladas por hectárea al año. Los departamentos de Magdalena y Tolima fueron los de mayor producción, con 97.097 y 93.755 toneladas, respectivamente, seguidos por los departamentos de Cundinamarca y Antioquia, entre otros. (DANE, 2015).

De acuerdo con las cifras de la cartera agropecuaria en 2014, la producción fue de 235.447 toneladas; en 2015 de 249.435 t.; en 2016 de 259.072 t. y en 2017 con 260.300 t. Esto representa un crecimiento promedio del 2,6 por ciento anual. Así mismo, se estima que el área de siembra de este cultivo llegue en 2018 a 26.435 hectáreas. En este aspecto también se nota un crecimiento, en 2014 con 22.670 ha. 2015 con 22.870 ha. 2016 con 24.956 ha. y 2017 presentó 26.385 ha.

El comportamiento de las exportaciones de mango fresco presenta un aumento significativo con un aumento del 685 % entre 2014 y 2017. Además, el resultado de las exportaciones de mango procesado se encuentra en constante alza, ocupando el 5 lugar a nivel internacional.

Para el mercado de mango en fresco los países que mejor pagan el kilo son: Alemania, Francia y Reino Unido, este fenómeno se da gracias al selecto nicho de mercado que existe en estos países y su fomento al consumo saludable. (MinAgricultura, 2018). Por otro lado, de

acuerdo al consolidado agropecuario en 2018 Nariño tuvo un total de área sembrada de 216 hectáreas y una producción de 856 Toneladas de mango (Nariño, 2017).

Generalmente del mango la única parte que se aprovecha es la pulpa por su valor nutritivo, siendo fuente de fibra y vitaminas características que lo hacen interesante para el sector de alimentos. En la actualidad los subproductos del mango (cascara, hueso y pulpa pegada al hueso) alcanzan hasta un 40% lo que implica una pérdida para la agroindustria, de ahí que se ve la necesidad de buscar nuevas alternativas para aprovechar y valorizar los subproductos del mango, ya que estos son una fuente importante de compuestos bioactivos tales como vitaminas (A, E y C), polifenoles, carotenos, minerales y fibra. (Sumaya Martinez Teresa et al., 2012), el mango “Por sus propiedades bromatológicas, es una fuente importante de vitamina A y riboflavina y otros elementos importantes para el organismo humano. Por su contenido en antioxidantes naturales, es una fruta de gran interés dietético y nutricional, además de que contiene fibra y betacaroteno” (Prieto et al., 2005).

El mango se ha utilizado tradicionalmente para producir néctares, jugos, conservas, mermeladas, jaleas, purés, encurtidos, bebidas, láminas de frutas, etcétera; procesos en los cuales el bagazo, el hueso y la piel (40–50%) son desperdicio. Actualmente se están estudiando alternativas para el uso del bagazo, hueso y la piel, ya que tiene varios constituyentes de interés como su alto contenido de aceite, minerales, fibra, vitaminas, carbohidratos y proteínas. La piel puede ser utilizada para la extracción de pectinas, enzimas, mientras que la almendra del hueso puede ser utilizada para la extracción de aceites los cuales pueden ser empleados en confitería, y/o en la elaboración de cosméticos (Álvarez,2004) (Oscar, 2015).

En Nariño ya se ha trabajado en sustituciones con harinas de tubérculos y otros granos como fue la investigación realizada por Cerón *et al.*, (2014) titulada; elaboración de galletas a

base de harina de papa de la variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*). Sin embargo, en dicho departamento no se han reportado investigaciones sobre la utilización de harina a partir de cascaras de frutas.

Las galletas son productos muy populares, elaborados de trigos duros y blandos, que contienen azúcar y grasas en su formulación, tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de alto contenido de fibra. Algunos autores consideran que el futuro alimentario está en el consumo de alimentos saludables. Entre éstos la fibra ocupa un lugar destacado, ya que se ha asociado con la salud intestinal, prevención de cáncer colon rectal y las enfermedades cardiovasculares y el mantenimiento del peso (Roman et al., 2006). Por ello se realizó una elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascará de mango (*Mangifera indica*).

### 3. Marco teórico

#### 3.1. Características del mango

El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta tropical que se destaca por su particular sabor y aroma, tiene amplia aceptación y una creciente demanda en los mercados internacionales (Maldonado et al., 2016). Hace parte del grupo de frutas tropicales de mayor producción en el mundo, gracias a los grandes volúmenes de producción de mango. Las estimaciones preliminares para 2017 apuntaron a una producción mundial de 47,1 millones de toneladas, un aumento del 2 % con respecto a 2016 (Alterdof., 2017).

El consumo de mango una tendencia que debería continuar. Aunque algunos mercados parecen consolidados, como ilustra el descenso de las importaciones, otros todavía están en la fase de descubrimiento o expansión; además, el autoconsumo de los países productores puede crecer de forma sensible con la mejora y la intensificación de las redes de transporte entre zonas de producción y centros de consumo. La transformación de mango también está en fase de crecimiento, tanto en lo que a alimentos se refiere como a la valorización de subproductos de la fruta que todavía están poco o mal explotados. (Gerbaud., 2000)

Segun Lauricella (2017), *Mangifera indica* L. (mango) Es un árbol que puede llegar a alcanzar los 40 metros de altura en zonas tropicales, su tronco es liso, grueso, recto y redondeado, y su corteza produce un exudado resinoso. Las hojas son alternas, simples y de oblongas a lanceoladas, con margen entero y ápice agudo o acuminado, de color verde oscuro. Las inflorescencias son panículas piramidales terminales, con flores polígamas pequeñas, de color verde amarillento o rosadas. Los frutos son drupas colgantes, con forma y tamaño variable,

de color verde, amarillo o anaranjado en la madurez. El endocarpio es ovoide-oblongo y solo contiene una semilla, y el mesocarpio (pulpa) es blando de color amarillo anaranjado (Cabezas, 2018).

### **3.1.1 Importancia**

El mango (*Mangifera indica*) es un alimento fuente de ácido ascórbico (9.79 a 186 mg /100 g), carotenoides (1159 a 3000 mg/100 g) y polifenoles presentes en la parte comestible de la fruta que le confieren capacidad antioxidante. Es una de las frutas tropicales más importantes del mundo en términos de producción, superficie cultivada, y popularidad, con una producción global que excede los 27 millones de toneladas, siendo el mayor cultivo tropical seguido por el banano, la piña, papaya y aguacate. (Corrales-Bernal *et al.*, 2014)

### **3.1.2 Cultivo producción y consumo**

En Colombia el mango es un frutal de gran importancia, ocupa una extensión total de 8300 hectáreas, con una producción media de 8-10 toneladas/hectárea, tiene gran aceptación en el mercado nacional e internacional por lo cual se considera como un cultivo promisorio (Miranda, 2001). Las exportaciones colombianas de mango han mostrado un continuo ascenso desde 1997, alcanzando 14.000 toneladas en el año 2001 (Yahia *et al.*, 2006). (Valbuena Calderón, Martínez Martínez, and Giraldo Henao 2008).

### **3.1.3 Valor nutricional de la cascara**

Las cáscaras y el hueso del mango que pueden considerarse desechos pueden ser una fuente importante de compuestos bioactivos, tales como la pectina, polifenoles y manguiferina en las cáscaras, ácidos grasos poliinsaturados en el hueso y compuestos de naturaleza fenólica con actividad antioxidante y antiinflamatoria. Además, se ha reportado una importante actividad

antimicrobiana en extractos de huesos de mango, debido a la naturaleza de los compuestos polifenólicos que contienen (Engels et al, 2009). (Cedeño and Zambrano 2014) (Sumaya et al. 2012). Generalmente del mango la única parte que se aprovecha es la pulpa por su valor nutritivo, siendo fuente de fibra y vitaminas características que lo hacen interesante para el sector de alimentos (Sumaya Teresa et al., 2012).

#### **3.1.4 Variedad Tommy**

La variedad Tommy Atkins tiene su origen en el Estado de La Florida, Estados Unidos, derivado de una semilla sembrada de la variedad Haden en el año de 1922. Los primeros frutos comerciales se dieron a principios de la década de los años 40 y al final de esta se propagó comercialmente (Sergent, 1999). (Gacía et al., 2016).

### **3.2 Características de las galletas**

La galleta (del francés *galette*) es un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, mantequilla, azúcar y huevos, además de los indicadores como básicos, las galletas pueden incorporar otros ingredientes que hacen que la variedad sea muy grande. Pueden ser saladas o dulces, simples o rellenas o con diferentes agregados de cosas (como frutos secos, chocolate, mermelada y otros). (Pangol., 2013). “Las galletas son una fuente energética de gran valor para el organismo debido a su rica composición en hidratos de carbono, proteínas y grasas” (Rusolillo, 2004).

La fabricación de galletas constituye un sector importante de la industria de alimentos ya que existen varios tipos de galletería y son alimentos con cierto aporte nutricional y con gran margen de conservación. Para la fabricación de galletas se emplea usualmente harina de trigo con bajo poder de absorción de agua, es decir harinas con bajo contenido proteico y de almidón

lesionado. En la actualidad se emplean otros tipos de harinas con el fin de conferirle al producto final mejores cualidades sensoriales y mayor aporte nutricional. (Mosquera., 2009).

Las galletas son consideradas como un producto de primera necesidad debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos de todas las edades. (Maldonado et al., 2000). Hasta ahora el salvado de trigo ha sido la principal fuente de fibra dietética en la elaboración de productos horneados denominados ricos en fibra (Pérez y Márquez, 2006). (Cedeño and Zambrano 2014). Según Inen “Las galletas son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con ingredientes aptos para el consumo humano” (INEN, 2005), estas son elaboradas fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios, sometidos a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, que dan lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por el bajo contenido de agua (Hernández, 2009), además es de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (INDECOPI, 1992).

### **3.3 Fundamentos teóricos**

#### ***3.3.1 Análisis proximal o bromatológico***

- El análisis de Weende es el más conocido y, si bien posee una utilidad relativa, en algunos aspectos no ha podido ser mejorado. El método fue ideado en la estación experimental de Weende (Alemania) en 1867 y consiste en separar, a partir de la materia seca (MS) de la muestra, una serie de fracciones que presentan unas ciertas características comunes de

solubilidad o insolubilidad en diferentes reactivos. Con este método se obtienen cinco principios nutritivos brutos que incluyen los siguientes compuestos (Ramos, 2013):

- ✓ *Cenizas (Cnz)*: Materiales inorgánicos en general.
  - ✓ *Proteína bruta (PB)*: Proteínas, péptidos, aminoácidos, bases nitrogenadas, amidas, nitrógeno vitamínico.
  - ✓ *Extracto etéreo (EE) o Grasa bruta (GB)*: Grasas, ceras, resinas, lípidos complejos, pigmentos, vitaminas liposolubles.
  - ✓ *Fibra bruta (FB)*: Celulosa, hemicelulosa, lignina insoluble, cutina.
  - ✓ *Sustancias Extractivas Libres de Nitrógeno (SELN, MELN, ELN)*: Almidón, glucógeno, azúcares, celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas, pigmentos, ácidos grasos de bajo peso molecular, vitaminas hidrosolubles.
- Las cuatro primeras fracciones (Cnz, PB, FB, EE) se obtienen a partir de análisis específicos, mientras que la quinta (ELN) se calcula restando al porcentaje de MS las cuatro primeras fracciones (Ramos, 2013).

### ***3.3.2 Capacidad emulsificante***

Un emulsionante es una molécula anfifílica, de bajo o alto peso molecular, que tiende a migrar y adsorberse rápidamente en la interfase aceiteagua, favoreciendo la formación de gotas con un menor consumo de energía, y por tanto la formación de la emulsión, al reducir la tensión interfacial. Una emulsión es una dispersión termodinámicamente inestable de dos líquidos inmiscibles, normalmente de naturaleza apolar y polar, en la que uno de ellos forma gotas de pequeño tamaño (de 0,1 a 100 micras) que se denomina fase dispersa o interna y el otro, fase continua o externa. En la práctica debe contener un tercer componente, un emulsionante, sustancia anfifílica que facilita la formación de la emulsión disminuyendo la tensión interfacial

entre la fase apolar (oleosa) y la polar (acuosa) y además aporta al menos una cierta estabilidad física durante un tiempo, que puede ser más o menos largo, dependiendo de la composición, características de procesado y condiciones externas durante el envejecimiento. (Muñoz et al., 2019)

### ***3.3.3 Capacidad espumante***

La capacidad espumante de una proteína se refiere a la cantidad de área interfacial que puede ser creada por la proteína, que se puede expresar en diversas formas como sobre rendimiento o poder de espumado. Las espumas tienen una fase continua acuosa y una fase dispersa gaseosa (aire). Muchos alimentos son productos tipo espuma. El poder espumante aumenta con la concentración de proteína hasta un valor máximo. Esto se ve afectado por el método que se utilice para formar la espuma.

### ***3.3.4 Índice de color***

El color es una cualidad organoléptica de los alimentos y se aprecia por medio del sentido físico de la vista. También suele ser considerado un factor psicológico de apreciación y un criterio para elegir un producto alimenticio; incluso en los productos de origen vegetal se relaciona con la posibilidad de elegir la maduración y su idoneidad. Sin embargo, no siempre resulta válida la correlación entre color y calidad, por el uso o tal vez el abuso de aditivos, colorantes, que pueden enmascarar esta apreciación (Bello, 2008). (Rettig., 2014)

### ***3.3.5 Humedad***

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesado, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua. El contenido de humedad en un alimento es, frecuentemente, un índice de estabilidad del producto. Por otra parte, el control de la

humedad es un factor decisivo en muchos procesos industriales tales como la molienda de cereales, el mezclado de productos sólidos finos, en la elaboración de pan, etc. Así mismo, en la evaluación de muchos procesos industriales es de gran importancia conocer el contenido de agua de los productos o materias primas para formular el producto y evaluar las pérdidas durante el procesado. (Universidad Zaragoza., 2019)

### **3.3.6 Textura**

De acuerdo a Szczesniak (2002), la textura es “el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos”. Los parámetros de textura pueden ser considerados de gran importancia en el control de calidad de los alimentos (Hleap et al., 2010; Milde et al., 2014). (González et al., 2015)

### **3.3.7 Análisis Sensorial**

Se considera simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras. El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” 1. El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos 2 Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a

las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente. (Hernandez., 2005)

### **3.3.8 Antecedentes del tema**

Varios autores realizaron investigaciones en las que utilizaron harina de cascara de mango y otras frutas, algunos de ellos son:

(Atoche et al., 2017), aprovecharon la cascara de mango (*Mangifera Indica L.*) resultantes del proceso de “elaboración de Néctar de Maracuyá-Mango” dicha cascara fue procesada; teniendo un secado con aire caliente (50 °C – 6-8 horas), posterior a ello paso por la molienda donde se obtuvo la harina con un rendimiento del 17.98%. La Actividad de agua ( $A_w$ ) de la harina fue  $0.408 \pm 0.002$  con un tamaño de partícula de 0,054mm. La mejor formulación para la elaboración de cupcakes con harina obtenida de la cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) fue F1 con una sustitución de 5% de harina de trigo.

(Pabitra et al., 2019), elaboraron pasteles; compararon sus propiedades nutricionales, funcionales y propiedades físicas con harina de trigo finalmente evaluaron la calidad de los pasteles con sustitución de harina de cascara de mango. El análisis mostró que los que tenían harina de cascara de mango contenía una energía comparativamente más alta que los de harina de trigo (4.12 vs 3.54 kcal / g).

(Moreno et al., 2016), utilizaron un delineamiento factorial completo, donde evaluaron las características fisicoquímicas y las propiedades sensoriales. Los autores encontraron que el ácido ascórbico no presenta influencia estadísticamente significativa mientras que al adicionar harina de cascara de mango se obtienen volúmenes específicos menores a 4.6 ml /g. También la fibra dietética de harina de cascara de mango influye en la calidad. La adición de harina de

casaca de mango tiene influencia positiva sobre las características tecnológicas y la aceptabilidad del público al pan de molde.

(Guerra., 2016), evaluó los tipos de antioxidantes en el proceso de obtención de harinas de frutas tropicales *Ananas comosus* (piña), *Musa paradisiaca* (banano Williams), *Mangifera indica* L. (mango Tommy). También, planteó determinar cuál de los antioxidantes ácido ascórbico 0.07% y ácido cítrico 0.2% controla la oxidación en la conservación de las harinas, para así establecer qué temperatura 65°C o 70°C es la adecuada en la deshidratación de las frutas.

Además, se encontraron otras investigaciones en las que se utilizaron otros tipos de casacas hortofrutícolas, realizadas por:

(Rodríguez., 2014), evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo (15, 25 y 35%) por una proporción de la mezcla de harina de cáscara de papa: harina de papa (*Solanum tuberosum* pps) (30:70 , 50:50 y 70:30) sobre el color, textura, contenido de fibra cruda y la aceptabilidad general en galletas dulces, el rango promedio más alto obtenido fue el correspondiente al tratamiento S1P1 el cual tenía 15% de sustitución, 30:70 proporción de harina de cáscara de papa, se escogió la muestra S2P1 como la muestra idónea ya que contenía un mayor porcentaje de harina de cáscara de papa.

(Girón., 2016), elaboro galletas con cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaco*) enriquecidas con semillas de zambo (*Cucurbita ficifolia*) y endulzada con stevia. Obtuvo que cumple con los estándares propuestos en la norma NTE - INEN, demostrando su potencial como alimento nutricional de buenas cualidades. De acuerdo con los análisis establecidos, la formulación F2 tuvo las mejores características; Por eso se recomienda que se mantenga esta

formulación para la producción de galletas, y que se aborde para una dieta de personas con deficiencia de calcio, o mujeres diabéticas y embarazadas.

(Hinostroza., 2014), elaboro galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia, en la que se utilizó porcentajes de 5 %, 10 % y 15 % de harina de bagazo de naranja en la formulación para obtener un producto con propiedades físicas y organolépticas agradables, además de mejorar la calidad nutricional. La harina de bagazo de naranja se obtuvo mediante un proceso de secado con aire caliente a 70 °C por 7 h. Utilizó una formulación básica para la elaboración de galletas dulces, el horneado se realizó a 170 °C por 10 minutos. Para elegir el mejor tratamiento se realizó una evaluación sensorial siendo el mejor el tratamiento (T2), presentó un olor ligeramente perceptible a naranja, calificado por los panelistas con (3,267 puntos), un sabor agradable con (3,97 puntos), una textura crujiente con (4,00 puntos), un color interno ligeramente claro (3,53 puntos) y una aceptabilidad general de (4,07 puntos) calificado por los panelistas como gusta poco con 46,7 % de aceptabilidad.

(Cervantes et al., 2016), a partir de distintas cáscaras de fruta se obtuvo una harina la cual fue utilizada en la elaboración de galletas. La evaluación de la aceptabilidad de las galletas enriquecidas con la harina de frutas en general arrojó una respuesta positiva, ya que el 61% de la población evaluada calificó como agradable la galleta y sólo el 5% como ligeramente desagradable.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Elaborar galletas integrales con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango (*Mangifera indica*)

### 4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar fisicoquímicamente la harina obtenida a partir de cáscara de mango.
- Evaluar el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango en la elaboración de galletas.

## 5. Metodología

### 5.1 Localización

La investigación se realizó en la planta piloto de la facultad de ingeniería agroindustrial de la Universidad de Nariño sede Torobajo, Pasto, Nariño, localizada a 2527 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14 °C y una humedad relativa de 70%.

#### 5.1.1 Adquisición de materia prima

Se utilizaron muestras de cascara de mango de la variedad Tommy (*Mangifera indica*), suministradas por la empresa más fruta, dedicada a la elaboración y venta de ensaladas de frutas en el municipio de Pasto, las cascaras fueron empacadas en bolsas, posteriormente se transportaron a la universidad de Nariño.

#### 5.1.2 Acondicionamiento de materia prima

*Limpieza:* la limpieza se llevó a cabo mediante lavado con agua con inmersión en bisulfito de sodio en concentración de 100 ppm (Berestain et al., 1990).

La limpieza y desinfección se llevó a cabo con una solución de hipoclorito de sodio al 3.5 % de 2 a 3 minutos que es el tiempo que se utiliza para frutas de corteza comestible, para calcular la cantidad de hipoclorito de sodio utilizamos la siguiente ecuación:

$$\% = \frac{VH_2O \times ppm}{C \times 10}$$

Dónde:

VH<sub>2</sub>O = volumen del agua

Ppm = partes por millón

C = concentración del hipoclorito

10 = es una constante

### 5.1.3 Obtención de la harina

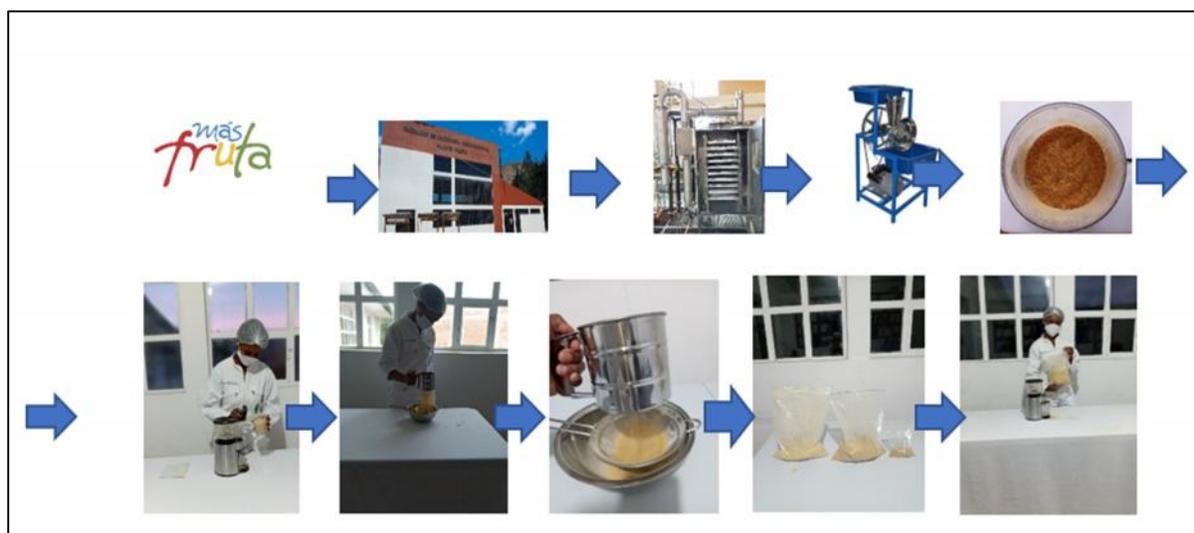
*Secado de las cascavas:* se realizó con aire caliente en secador de bandejas (Industrias FIQ LTDA) a 55°C hasta peso constante o hasta alcanzar una humedad por debajo del 15%.

*Molienda:* esta se hizo utilizando un molinillo automático para café (Oster)

*Tamizaje:* se realizó utilizando un tamizador manual y un colador para harinas

#### Imagen 1.

#### Proceso de obtención de harina



Fuente: Esta Investigación.

## 5.2 Caracterización fisicoquímica de la harina obtenida a partir de cascava de mango

### 5.2.1 Pruebas de análisis de las propiedades funcionales

#### 5.2.1.1. Capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de retención de aceite (CRAC)

En tubos de 50 ml se adicionaron 250 mg de cáscava de mango en polvo, se adicionó agua destilada o aceite de oliva (25 ml) dependiendo de la medición realizada CRA o CRAC. La mezcla se agitó y se dejó a 28°C durante 1 h, se centrifugó (Eppendorf centrifuge 5804R, Germany) a 1500 g durante 10 min, y posteriormente el sedimentó fue pesado. CRA y CRAC se

determinó como g de agua o de aceite retenido por g de cáscara de mango, de acuerdo con el método descrito por Hassan et al., (2011) (Cock et al., 2014).

$$CRA/CRAC \frac{\text{g}}{\text{g}} = \frac{(P1 - P0)}{P0} \times 100$$

Dónde:

P1: Peso sedimento

P0: Peso muestra seca

## Imagen 2.

### *Determinación de la CRA y la CRAC*



Fuente: Esta Investigación.

#### **5.2.1.2. Capacidad de hinchamiento.**

Se determinó según Robertson et al., (2000) y Aguilera (2009). Se peso 100 mg de muestra en un cilindro graduado, se agregó agua destilada hasta 10 ml, agitando suavemente para dispersar la muestra. Luego se dejó en reposo durante 16 horas para lograr su hidratación, midiendo el volumen final que ocupó la muestra. Los resultados se expresaron en ml/g de

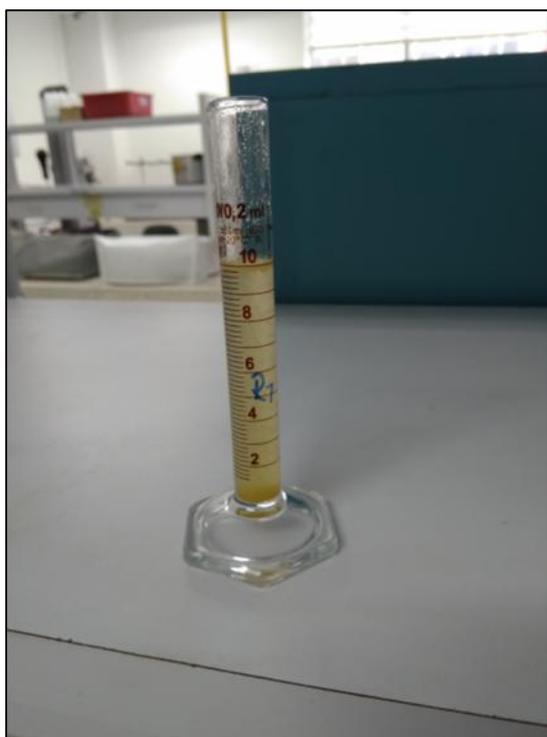
muestra. (García et al., Caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de, 2012)

La capacidad de hinchamiento se calculó mediante la siguiente fórmula

$$CH = \frac{n(V1 - V0)}{\text{Peso de la muestra}}$$

### Imagen 3.

#### *Determinación de la capacidad de hinchamiento*



Fuente: Esta Investigación.

#### **5.2.1.3. Densidad.**

Las densidades aparentes de MKF y WF se calcularon siguiendo la fórmula y el método descritos por Okaka y Potter. Densidad aparente = peso (g) / volumen (cm<sup>3</sup>). (Pabrita et al., 2019).

#### Imagen 4.

##### *Determinación de densidad*



Fuente: Esta Investigación.

##### **5.2.2 Rendimiento del proceso**

Para cada tipo de proceso se calculó el rendimiento, expresado como la cantidad de harina obtenida en función de la cantidad de cáscaras que se utilizó, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento de harina (\%)} = \frac{\text{Peso final de la HCM}}{\text{Peso inicial de las cáscaras frescas}} \times 100$$

##### **5.2.3 Composición química de la harina de mango**

La caracterización del material fresco se realizó mediante métodos descritos para el análisis químico de alimentos del laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño,

basado en las técnicas de la AOAC (1997) y el método de análisis de alimentos propuesto por Bernal (1998) determinando:

- ✓ **Humedad:** Se determinó por el método de secado en dos pasos, un secado parcial a 65°C, seguido de un secado total a 105°C, mediante el análisis de Weende.
- ✓ **Cenizas:** Se evaluó por el método de incineración en mufla, en el que la materia orgánica se quema y la materia inorgánica remanente se enfría y pesa.
- ✓ **Extracto etéreo:** Se realizó por medio del método Soxhlet, sobre el cual se cuantificó el porcentaje de grasa presente en una muestra determinada.
- ✓ **Fibra cruda:** El método que se empleó para la determinación de fibra cruda, consistió en efectuar dos digestiones. La primera con ácido sulfúrico y la segunda con hidróxido de sodio. La finalidad del método buscó eliminar las proteínas, carbohidratos solubles, residuos de grasas, vitaminas y otros compuestos diferentes que interfieren en su determinación.
- ✓ **Proteína:** Se cuantificó por el método de Kjeldalh ( $\% \text{ proteína} = \% \text{ N} \times 6,25$ ), fundamentado en tres pasos: digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador a elevada temperatura, para transformar el nitrógeno en sulfato de amonio. La solución se alcalinizó y el amoniaco librado se destiló y fue titulado.
- ✓ **Extracto no nitrogenado:** Se cuantificó con el respectivo cálculo matemático.

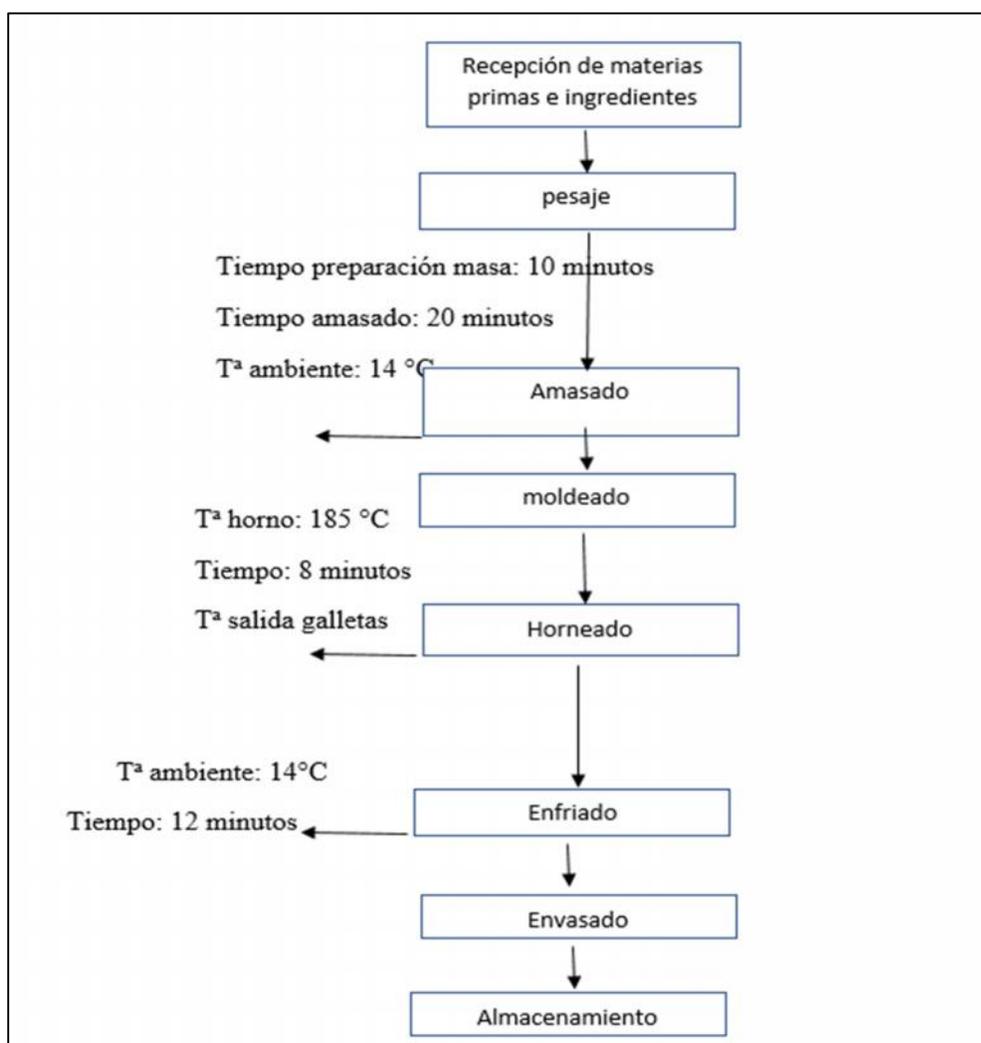
### 5.3 Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango.

#### 5.3.1 Diagrama de flujo

Para la elaboración se tuvo en cuenta el diagrama de procesos utilizado por (calvo., 2017).

#### Imagen 5.

#### Diagrama de procesos



Fuente: Esta Investigación.

### 5.3.2 Formulación

Se elaboraron galletas según la formulación propuesta por Barragán *et al.*, (2015) donde se utilizó los siguientes ingredientes: harina integral, harina de semilla de mango (fue reemplazada por harina de cascará de mango), azúcar, leche, mantequilla, sal, bicarbonato, en las cantidades que se encuentran estipuladas en la tabla 1, modificando solo el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango.

**Tabla 1.**

*Cantidades de ingredientes de la formulación para 75 gr de mezcla*

Componentes	Formulación (porcentajes de reemplazo harina de trigo por harina de cascara de mango)			
	0 %	10 %	20 %	30%
<b>Harina integral</b>	61	54,9	48,8	42,7
<b>Harina de cascara de mango</b>	0	6,1	12,2	18,3
<b>Azúcar</b>	10,25	10,25	10,25	10,25
<b>Leche</b>	19,81	19,81	19,81	19,81
<b>Aceite de oliva</b>	7,75	7,75	7,75	7,75
<b>Sal</b>	0,47	0,47	0,47	0,47
<b>Bicarbonato</b>	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Amoniaco en polvo</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Total</b>	100	100	100	100

Fuente. (Barragán et al., 2015)

### 5.3.3 Diseño experimental

Para la evaluación de las características sensoriales de las galletas se utilizó un Diseño estrictamente al Azar (DIA), teniendo como único factor el nivel de sustitución de harina de trigo (HT) por harina de cascará de mango (HCM), de la forma siguiente: T1(100 % HT- 0% HCM Control), T2(90% HT - 10% HCM), T3(80% HT - 20% HCM) y T4 (70% HT - 30% HCM). Para un total de cuatro tratamientos y tres repeticiones (Tabla 2). Para la evaluación sensorial el factor solo fue el nivel de sustitución y para las variables físicas se adiciono un factor que fue el día de evaluación.

Estos valores de sustituciones se tuvieron en cuenta ya que fueron utilizados por otros autores en la elaboración de productos de panificación. Según resultado de otros autores; con sustitución del 30% de harina de papa obtuvieron galletas de buena aceptación mientras que niveles mayores no son recomendables (Cerón et al., 2014).

Para la evaluación de las características físicas de las galletas se utilizó un Diseño estrictamente al Azar (DIA) con arreglo factorial 4 x 4, teniendo como factores el porcentaje de sustitución en 4 niveles (0, 10, 20 y 30 %) y el día de evaluación en 4 niveles (1,3,5,7) Para un total de 16 tratamientos con 3 repeticiones.

#### **Tabla 2.**

*Descripción de los tratamientos para la evaluación de las características físicas y bromatológicas en galletas*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	100 % HT- 0% HCM Control
<b>2</b>	90% HT - 10% HCM
<b>3</b>	80% HT - 20% HCM
<b>4</b>	70% HT - 30% HCM

Fuente: Esta Investigación

### 5.3.4. Variables de respuesta a evaluar

#### 5.3.4.1. Color.

La determinación del índice de color IC se realizó en un colorímetro CM5 Konica Minolta, obtenido por la ecuación:

$$IC = \frac{1000 * a}{L * b}$$

Donde L, a, y b son los parámetros del sistema color CIELAB. El parámetro *L* proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra. El parámetro *a* indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro. El parámetro *b* se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro (García et al., 2011).

#### Imagen 6.

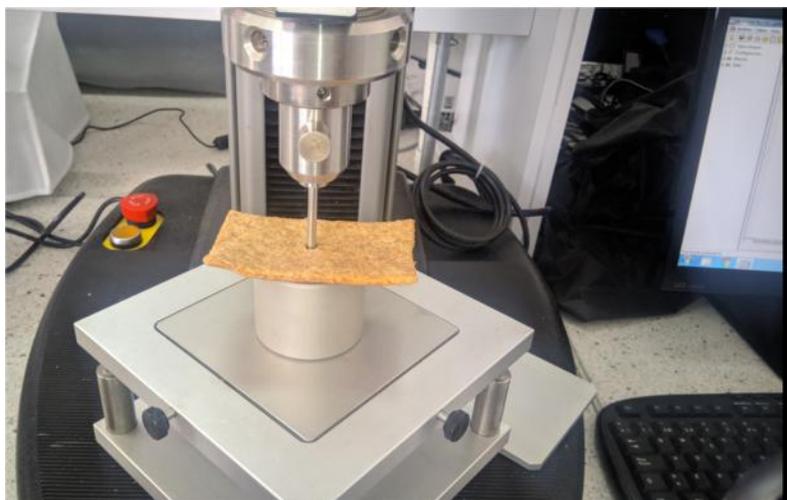
##### *Evaluación de color*



Fuente: Esta Investigación.

## Imagen 7.

### *Evaluación de textura*



Fuente: Esta Investigación.

#### **5.3.4.2. Textura.**

La textura de las galletas se midió horas después del proceso de cocción utilizando la prueba de punción descrita por Mancebo, Rodríguez y Gómez (2016) en un analizador de textura Lloyd LS1 equipado con el software "Nexygen plus". Donde las galletas fueron penetradas a una profundidad de 3 mm con un accesorio de 0,5 mm con una velocidad de prueba de 2 mm / s.

#### **5.3.4.3. Humedad.**

La humedad de las galletas fue determinada en un equipo de humedad KERN DBS, usando 2 gramos de muestra a una temperatura de 105 °C.

#### **5.3.4.4. Análisis sensorial.**

Las galletas fueron sometidas a una prueba de preferencia de escala hedónica, con un panel de 50 jueces no entrenados. Utilizando una escala de 5 puntos: me gusta mucho (5), me gusta ligeramente (4), no me gusta ni me disgusta (3), me disgusta ligeramente (2) y me disgusta mucho (1). Las muestras se presentaron en capillos blancos codificadas con números aleatorios

de cuatro dígitos y se entregaron en orden aleatorio, para determinar las galletas con el mayor grado de aceptabilidad (sabor, color, textura).

### **Imagen 8.**

#### ***Evaluación sensorial***



Fuente: Esta Investigación.

#### ***5.3.5 Análisis de la información***

El diseño experimental y el análisis de datos fue realizado con el programa Statgraphics © Plus versión centurión XV.II, mediante el cual se realizó el análisis de varianza ANOVA y prueba de comparación mediante la LSD de Fisher a un 5% de nivel de significancia.

## 6. Resultados y discusión

### 6.1 Caracterización fisicoquímica de la harina obtenida a partir de cáscara de mango.

#### 6.1.1. Rendimiento de la harina

Se recibieron 6,460g de cascaras de mango frescas, de la cual paso a ser aprovechada (después del proceso de: selección, limpieza y desinfección, secado y molido) 636g alcanzando un rendimiento del 9% lo que significa que aproximadamente el 91% de la cascara contiene: pedúnculos, agua, además de presentar daños por golpes y pérdidas en la molienda.

Dicho resultado es menor al valor de porcentaje obtenido por otros autores los cuales obtuvieron un rendimiento del 13,5% en la obtención de harina de cascara de mango de la variedad Tommy Atkins (Serna et al., 2014). En la variedad Kent se encontraron resultados de rendimiento del 17.98% de harina de cáscaras de mango durante el proceso (Atoche et al., 2017).

Los rendimientos en porcentaje para cáscara según algunos autores han sido de:

$16.1 \pm 0.5$  para la variedad Keitt y  $13.5 \pm 0.5$  para la variedad Tommy Atkins ( $P < 0.05$ ), valores que se encuentran dentro de los rangos para estas variedades (Ajila et al., 2007). (Cock et al., 2015).

Se obtuvo harina de las cáscaras de mango (*Mangifera Indica L.*) mediante el proceso de secado con aire caliente, el rendimiento fue de 17.98%. (García, 2017).

#### 6.1.2. Composición química de la harina de mango

De acuerdo con el estudio bromatológico realizado por los laboratorios de la universidad de Nariño podemos darnos cuenta que la harina presento una humedad del 6,10% resultado que es recomendado para mantener la estabilidad en los alimentos.

**Tabla 3.***Composición química de harina de mango. Análisis proximal, energía y minerales*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>BASE PARCIALMENTE SECA</b>
Humedad	g/100g	6,10
Materia seca	g/100g	93,90
Ceniza	g/100g	2,30
Extracto etéreo	g/100g	1,99
Fibra cruda	g/100g	7,40
Proteína	g/100g	3,75
Extracto no nitrogenado	g/100g	78,46
Energía	kcal/100g	400
Calcio	g/100g	0,25
Fosforo	g/100g	0,10
Magnesio	g/100g	0,14
Potasio	g/100g	0,81
Azufre	g/100g	0,05
Hierro	mg/kg	89,08
Manganeso	mg/kg	11,27
Zinc	mg/kg	7,21
Cobre	mg/kg	5,39

Fuente: Esta investigación

Similares resultados fueron reportados para la Harinas de: cáscara de mango 2.21 % +/- 0.040 humedad, proteína 4.993% +/- 0.132, grasa 5.773% +/- 0.100, cenizas 3.24% +/- 0.209 (Rojo et al., 2016). De acuerdo a la investigación realizada por Moreno la composición química en la materia prima da como resultado, para la Harina de cascara de mango 2.21 % +/- 0.040 de humedad (Moreno et al., 2016).

La harina obtenida de mango es fuente importante de carbohidratos no digeribles como almidón resistente (17.5%) y polisacáridos no amiláceos como fibra dietética (14.5%) (Agama-Acevedo *et al.*, 2009). El almidón resistente presente en esta fruta inmadura se comporta como fibra soluble; por lo cual estas harinas pueden ser adicionadas a diversos productos, a propósito de la actual búsqueda de nuevas fuentes de fibra dietética en la industria alimentaria (Ovando, 2008) (González et al., 2014).

Según Rojo *et al.*, (2016) es necesario evaluar posibilidades de aprovechamiento integral del mango, específicamente de la cascara, para la obtención de Fibra Dietética (FD) alterna a los cereales. Por otro lado, Cock *et al.*, (2014) dice que de los subproductos vegetales es posible obtener fibras dietéticas de alto valor prebiótico (O'Shea *et al.*, 2012) y compuestos antioxidantes (Fernández *et al.*, 2012). Los estudios de Kim *et al.* (2012) muestran que los extractos etanólicos de cáscara de mango variedad Irwin ayudan a la prevención del cáncer de cuello uterino. Los compuestos bioactivos y la fibra dietética presentes en residuos agroindustriales de frutas se utilizan ampliamente como ingrediente de alimentos funcionales, debido a sus beneficios potenciales para la salud.

Las cascaras frescas de mango variedad Tommy Atkins presentaron humedad de 78,41. Después del secado obtuvieron valores del 6%. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores. (Serna et., 2015).

### 6.1.3. Prueba de análisis de las propiedades funcionales

**Tabla 4.**

#### *Análisis de las propiedades funcionales*

	<b>CARA %</b>	<b>CARAC %</b>	<b>C. H ml/g</b>	<b>DENSIDAD g/ml</b>
Promedio	804,933	209,2	69,6667	0,57315
Desviación Estándar	42,81	58,2354	0,57735	0,00548703
Coficiente de Variación	5,32%	27,84%	0,83%	0,96%

Fuente: Esta Investigación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, expresados en la tabla 4 podemos decir que la harina de cascara de mango tiene un potencial alto debido a su capacidad de retención de agua y aceite lo cual la hace de gran utilidad en la industria alimentaria.

#### *CARA Y CARAC*

Para la CARA se obtuvo un promedio de 804,933%, una desviación estándar de 42,81% y un coeficiente de variación de 5,32%. En cuanto a la CARAC se tuvo un promedio de 209,2% la desviación estándar de 58,2354% y el coeficiente de variación de 27,84%

De acuerdo con otras investigaciones el polvo obtenido de la variedad Tommy Atkins presento una CRA (7.79 g.g-1) y CRAC (4.15 g.g-1), lo cual podría tener aplicaciones industriales como agente emulsionante. De acuerdo a estos resultados, la obtención de polvo de cáscara de mango de la variedad Tommy Atkins, presenta alto potencial de aplicación en la industria alimentaria. (Serna et al., 2014)

La CRA de una fibra representa su facultad para conservarla en el interior de su matriz. El interés por la CRA de las fibras surge de la idea de que las que poseen una elevada capacidad,

umentan el peso de las heces. Esta capacidad es mucho mayor en las fibras solubles, como las pectinas y las gomas, que en las insolubles como la celulosa y el salvado de trigo.

La CRAC característica relacionada con la naturaleza de la superficie y con la densidad de las partículas, por lo que particularmente las mayores, con mayor superficie, presentan teóricamente una mayor capacidad de absorción de sustancias oleosas. La fibra alimentaria rica en lignina tiene mayor capacidad, mientras que la celulosa no parece afectar esta característica. Fibras con alta CRAC se utilizan como ingredientes en alimentación para la estabilización de productos altos en grasas y emulsiones (Pimentel, 2015)

#### ***6.1.4 Capacidad de Hinchamiento***

En la capacidad de hinchamiento se obtuvo un promedio de 69,6667 ml/g una desviación estándar de 0,57735ml/g y un coeficiente de variación de 0,83%.

La literatura reporta valores de hinchazón en cáscaras de mango de la variedad Tommy (5,57 ml/g). En los polvos alimentarios se requiere que las partículas se asienten lo suficientemente lento para que no formen sedimentos durante cierto periodo de tiempo. (O'Shea et al., 2012).

Capacidad de hinchamiento: se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en exceso de agua. En la industria panificadora la inclusión de fibra, en referencia con esta propiedad, soluciona problemas con la pérdida de volumen y humedad, proporcionando mayor estabilidad durante la vida en anaquel (Pimentel, 2015).

### 6.1.5 Densidad

En cuanto a la densidad se obtuvieron los siguientes resultados promedio 0,57315g/ml una desviación estándar de 0,00548703g/ml y un coeficiente de variación de 0,96%.

## 6.2 Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango.

### 6.2.1. Análisis sensorial de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango (*Mangifera indica*).

En la evaluación sensorial, se detectaron las preferencias de los panelistas, sobre las variables cualitativas (color, sabor, textura y aceptabilidad), de las muestras de galletas integrales, elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo (HT) por harina de cascara de mango (HCM), las muestras evaluadas fueron las siguientes: 1510 (100 % HT- 0% HCM; control), 1011 (90% HT y 10% HCM), 2017 (80% HT - 20% HCM), 3014 (70% HT - 30% HCM).

#### Tabla 5.

##### Análisis de varianza para color.

<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
	<i>Cuadrados</i>		<i>Medio</i>		
Entre grupos	37,5	3	12,5	17,76	0,0000
Intra grupos	81,6667	116	0,704023		
Total (Corr.)	119,167	119			

(P<0,05) =significativo

Fuente: esta investigación

La tabla 5 y la gráfica 1 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, por tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 4 tratamientos.

Se observa que los tratamientos que tienen un nivel de sustitución del 10%, 20% y 30% presentan la mayor calificación (me gusta ligeramente) y el que contiene un porcentaje de sustitución del 0% (muestra control) la menor calificación (no me gusta ni me disgusta).

Además, la tabla 6 muestra que existen 2 grupos homogéneos, y existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con nivel de sustitución 0% - 30% y 0% - 20%, destacando que el tratamiento con nivel de sustitución del 30% (70% HT y 30% HCM) tiene una mayor calificación en cuanto al atributo color, este resultado se obtiene, debido a que los panelistas consideran que el color café-amarillento aportado por la harina de cascara de mango, le da una apariencia atractiva al producto.

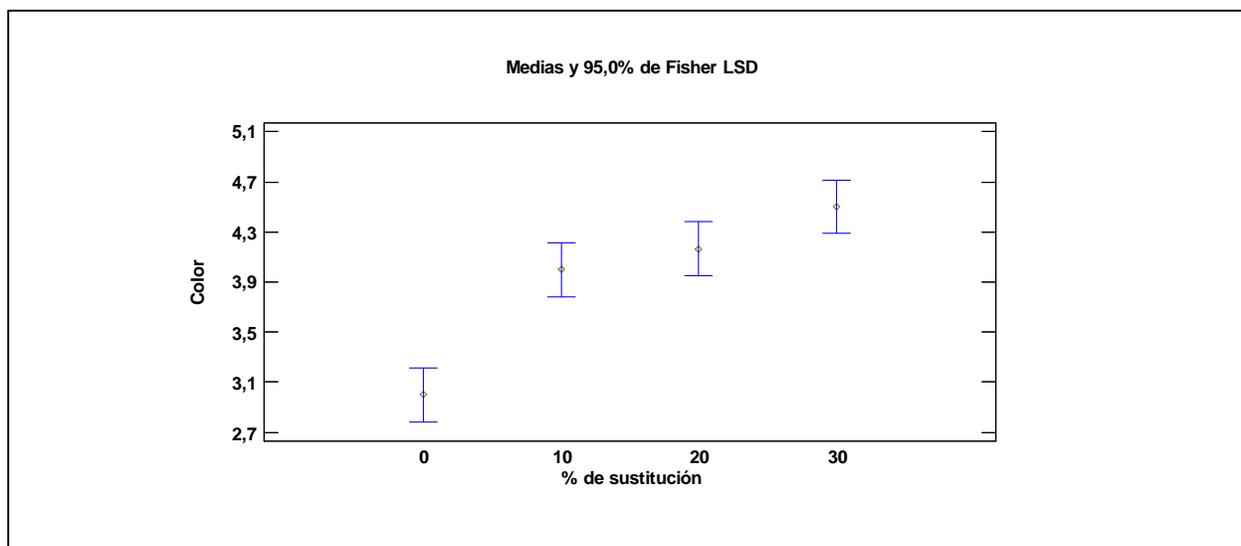
De acuerdo con Pabitra et al., (2019), se tuvieron en cuenta diferentes parámetros sensoriales (color, sabor, textura y aceptabilidad general) de los pasteles desarrollados los cuales fueron evaluados por un panel de sabor de 12 panelistas semientrenados que tenían experiencia previa de perfiles sensoriales de alimentos.

Por otro lado, Cerón et al., (2014) calificaron las características de color, sabor, textura y aceptabilidad. De acuerdo con las anteriores investigaciones realizadas se pudo notar que con la sustitución de harinas estas son las principales variables que se ven afectadas por ende se evaluaron las siguientes variables: color, sabor, textura y humedad ya que estas son clave en la determinación de la calidad del producto.

**Tabla 6.***Prueba LSD Fisher para color.*

<i>Nivel</i>	<i>Media</i>
0	3,0 <b>a</b>
10	4,0 <b>b</b>
20	4,16667 <b>bc</b>
30	4,5 <b>c</b>

Fuente: esta investigación

**Grafico 1.***Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable color.*

Fuente: Esta investigación

**Tabla 5.***Análisis de varianza para sabor.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
	<i>Cuadrados</i>				
Entre grupos	22,7583	3	7,58611	12,71	0,0000
Intra grupos	69,2333	116	0,596839		
Total (Corr.)	91,9917	119			

(P<0,05) =significativo

Fuente: Esta investigación

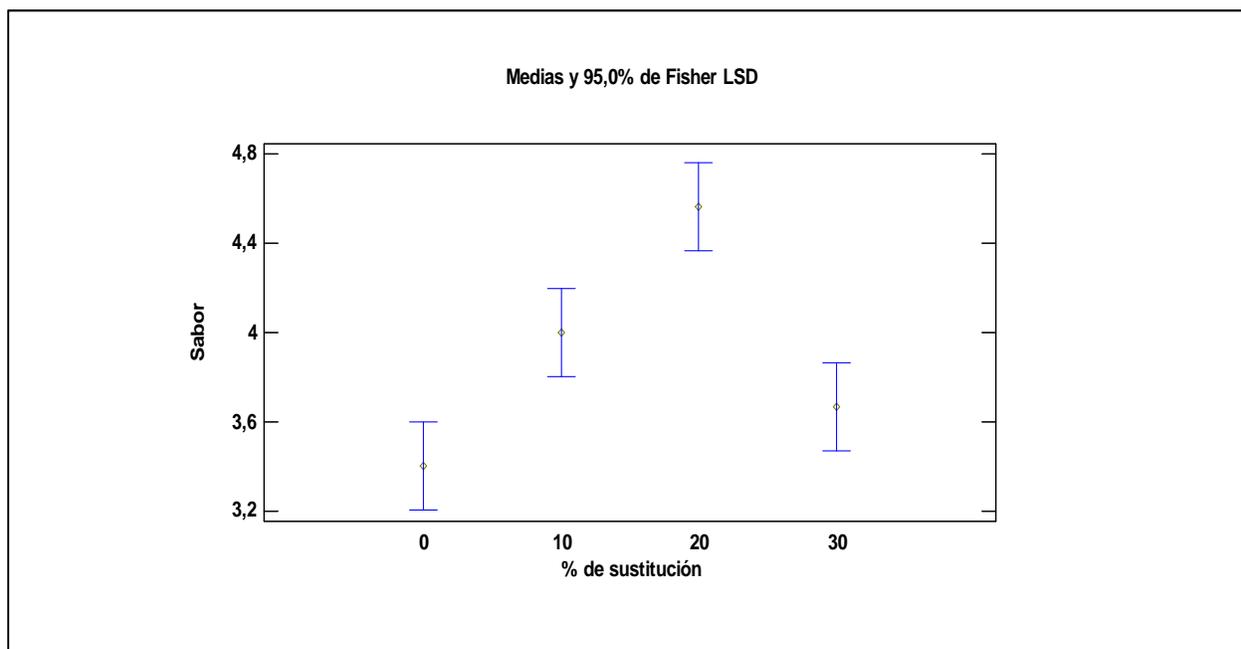
La tabla 7 y la gráfica 1 muestran que el valor-P de la razón-F es mayor que 0,05, por tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

La tabla 8 muestra que existe un grupo homogéneo con una media aproximada de 4,3 (me gusta ligeramente). Los resultados obtenidos se deben a que a pesar de que la harina de cascara de mango le confiere un sabor diferente comparado con el producto que no contiene la harina de cascara de mango es agradable hasta en un 10% y 20% de sustitución. por otro lado, se evidencia que el aumento del porcentaje de harina de cascara de mango en las muestras influye negativamente en cuanto a la percepción de los panelistas en el atributo sabor, puesto que disminuye la media aritmética. Valores superiores al 20% de sustitución lo tornan invasivo y poco agradable (esto de acuerdo a las observaciones realizadas por algunos de los panelistas); a pesar de ser muy agradable el aroma.

**Tabla 6.***Prueba LSD Fisher para sabor.*

<i>Nivel</i>	<i>Media</i>
0	3,4 <b>a</b>
30	3,66667 <b>ab</b>
10	4,0 <b>b</b>
20	4,56667 <b>c</b>

Fuente: esta investigación

**Grafico1.***Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable sabor*

Fuente: Esta investigación

**Tabla 7.***Análisis de varianza para textura.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	48,3583	3	16,1194	28,49	0,0000
Intra grupos	65,6333	116	0,565805		
Total (Corr.)	113,992	119			

(P<0,05) =significativo

Fuente: Esta investigación

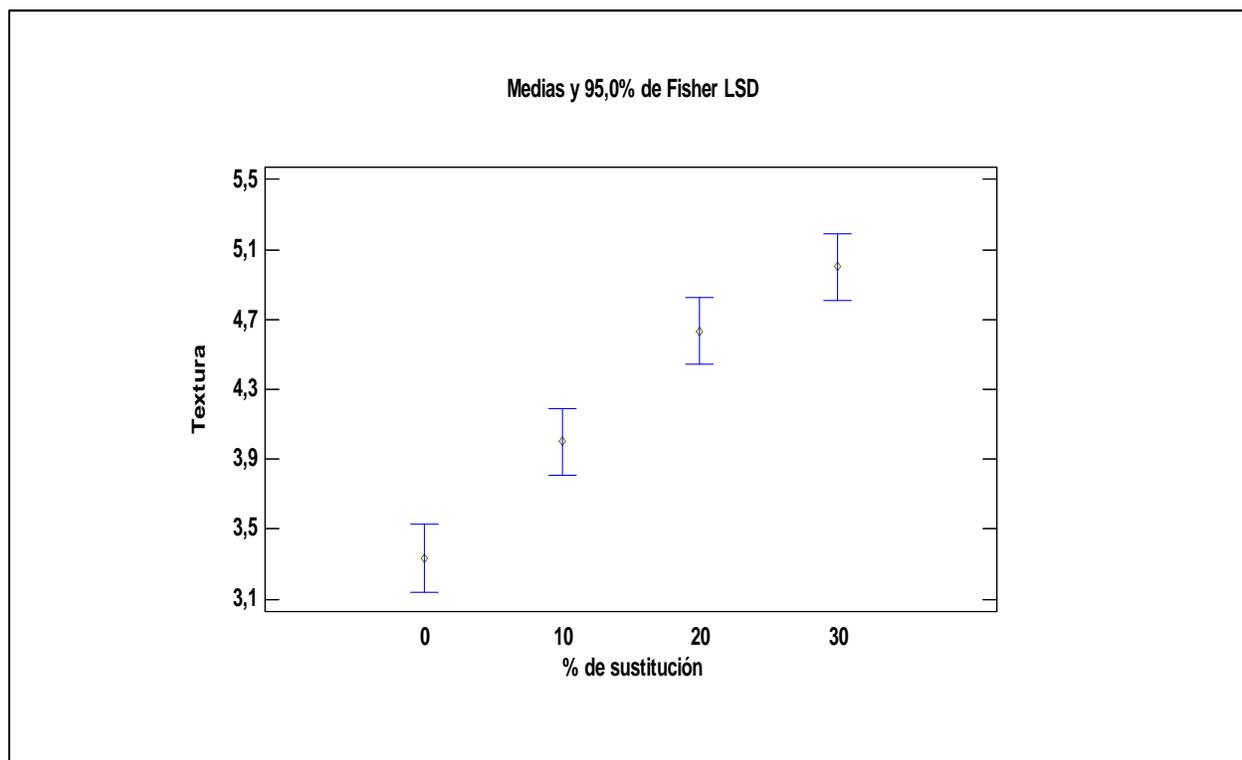
La tabla 9 y la gráfica 2 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, por tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 4 tratamientos. Se observa que el tratamiento con nivel de sustitución del 30% presentó la mayor calificación (me gusta mucho) y el tratamiento con sustitución del 0% (muestra control) la menor calificación (no me gusta ni me disgusta).

La tabla 10 muestra que existen 2 grupos homogéneos y que hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con niveles de la sustitución de 0% - 30%, 0% - 20% y 0% - 10%, destacando que el tratamiento con sustitución del 30% (70% HT y 30% HCM) tiene una mayor calificación en cuanto al atributo textura. Este resultado se obtiene debido a que la harina de cascara de mango le confiere una firmeza y crocante, relacionada directamente con el aumento de harina de cascara de mango en los tratamientos; lo anterior le confiere una textura agradable percibida por los panelistas.

**Tabla 8.***Prueba LSD Fisher para textura.*

<i>Nivel</i>	<i>Media</i>
0	3,33333 <b>a</b>
10	4,0 <b>b</b>
20	4,63333 <b>c</b>
30	5,0 <b>d</b>

Fuente: Esta investigación

**Grafico 3.***Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable textura.*

Fuente: Esta investigación

**Tabla 9.***Análisis de varianza para aceptabilidad.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
	<i>Cuadrados</i>				
Entre grupos	32,0667	3	10,6889	21,60	0,0000
Intra grupos	57,4	116	0,494828		
Total (Corr.)	89,4667	119			

(P<0,05) =significativo

Fuente: Esta investigación

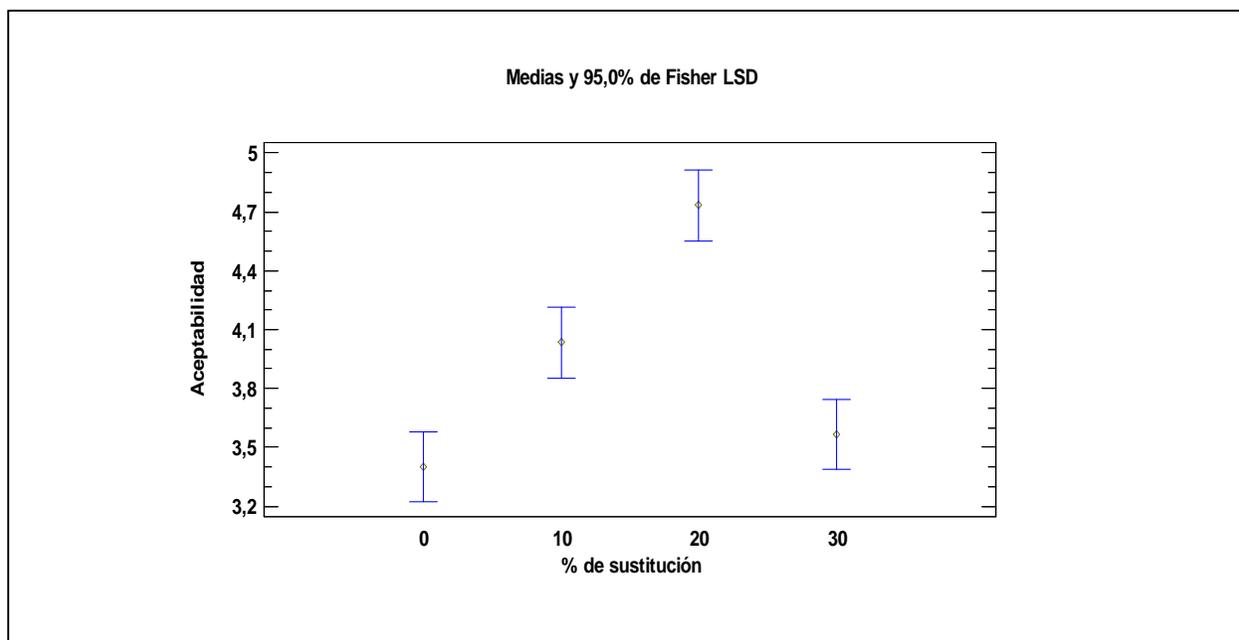
La tabla 11 y el gráfico 4 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, por tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 4 tratamientos. Se observa que los tratamientos con sustitución parcial de 10% y 20% presentaron la mayor calificación (me gusta ligeramente) y el tratamiento con sustitución de 0% y 30% la menor calificación (no me gusta ni me disgusta).

Además, la tabla 18 muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con sustitución 0% - 20% y 0% - 10% destacando que el tratamiento con sustitución del 20% (80% HT y 20% HCM) tiene una mayor calificación en cuanto al atributo aceptabilidad.

**Tabla 10.***Prueba LSD Fisher para aceptabilidad.*

<i>Nivel</i>	<i>Media</i>
0	3,4 a
30	3,56667 a
10	4,03333 b
20	4,73333 c

Fuente: esta investigación

**Grafico 4.***Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable aceptabilidad.*

Fuente: esta investigación

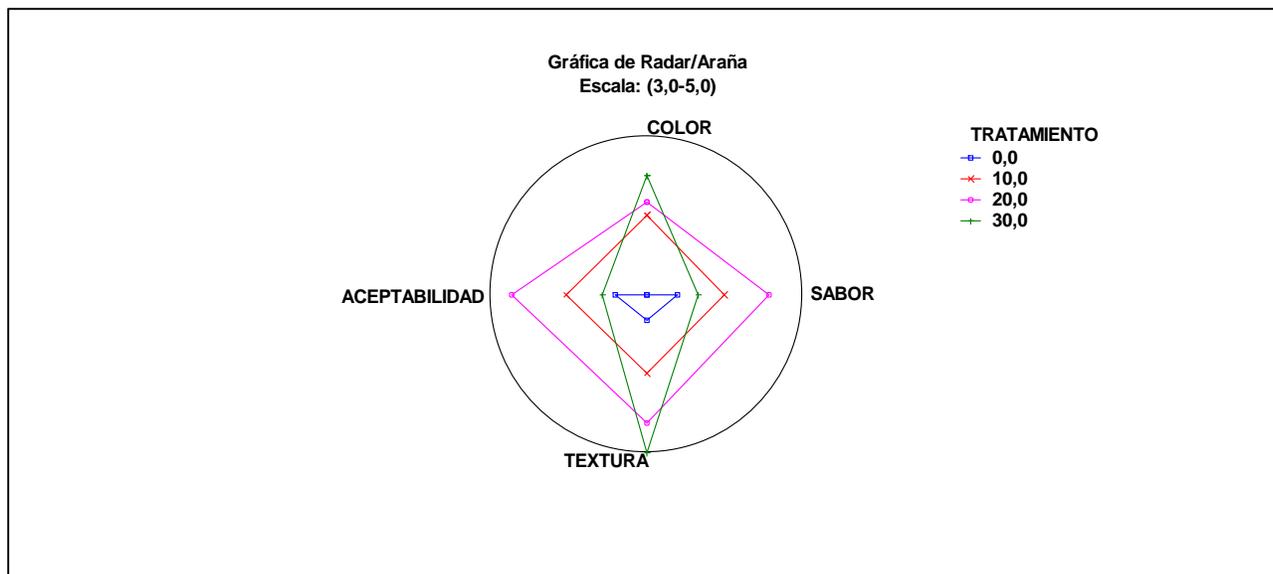
Al final se realizó una valoración global teniendo en cuenta todas las variables de respuesta evaluadas (color, sabor, textura y aceptabilidad) como se muestra en el grafico 5, en el cual se observa que la mejor calificación la obtuvo el tratamiento con contenido de sustitución

del 20% que corresponde a la muestra que fue elaborada con 80% de sustitución de harina de trigo por 20% de harina de cascara de mango. Además, en otra investigación titulada “comparación físico-química y funcional de las propiedades de harina de mango kernel con harina de trigo y desarrollo de tortas compuestas basadas en harina de mango kernel” se encontró que con sustituciones del 20% de harina de mango la torta obtuvo aceptabilidad (Pabitra et al., 2019).

Se evidencia que las valoraciones no son directamente proporcionales al porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango.

### **Grafico 5.**

*Valoración global medias de las calificaciones sensorial.*



Fuente: esta investigación

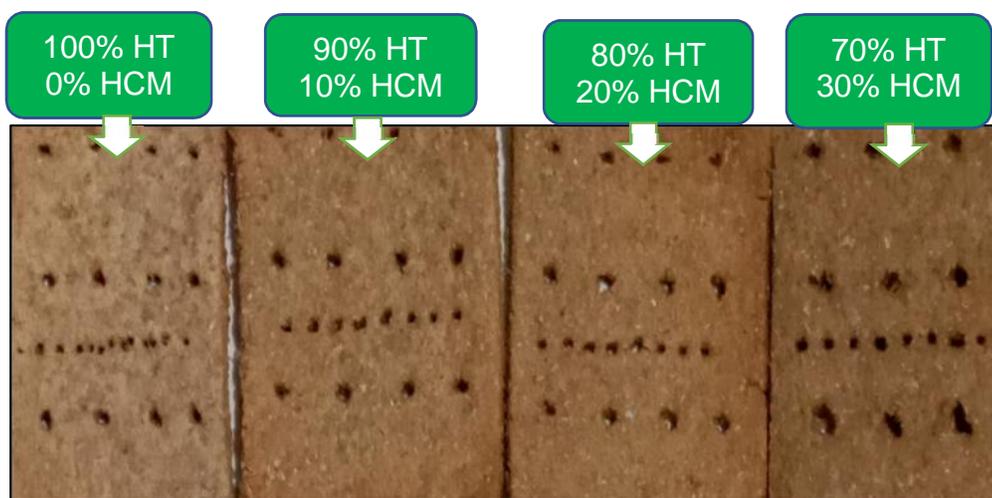
### ***6.2.2 Análisis de características físicas de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango.***

Al comparar las galletas podemos observar que el aumento en volumen es menor respecto con el de la muestra control; ya que esta aumenta en 2 mm mientras que las galletas que tienen la sustitución alcanzan un volumen máximo de 1 mm.

A medida que el porcentaje de sustitución aumenta, la humedad de la masa disminuye, lo cual produce una textura semidura esto debido a que la harina de cascara de mango contiene una humedad de 6,10%. Atraves del proceso de elaboración de las galletas integrales fue evidente las diferencias; en cuanto al color este variaba de un café claro a uno más oscuro de acuerdo al porcentaje de sustitución de harina de cascara de mango que se le realizaba. Lo anterior se evidencia en la imagen 1.

#### **Imagen 9.**

#### ***Galletas con diferentes porcentajes de sustitución***



Fuente: esta investigación

**Tabla 13.*****Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III***

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: % de sustitución	46,4784	3	15,4928	20,43	0,0000
B: Día	7,74056	3	2,58019	3,40	0,0294
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	4,46765	9	0,496406	0,65	0,7423
RESIDUOS	24,2615	32	0,758172		
TOTAL (CORREGIDO)	82,9481	47			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Fuente: esta investigación

La tabla 13 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05 por tanto, existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias del % de sustitución y el día de evaluación.

**Tabla 11.*****Pruebas de Múltiple Rangos para Color por % de sustitución***

*Método: 95,0 porcentaje LSD*

<i>% de sustitución</i>	<i>Media LS</i>
0	4,33106 <b>a</b>
20	5,68121 <b>b</b>
10	5,72496 <b>b</b>
30	7,11382 <b>c</b>

Fuente: esta investigación

La tabla 14 indica que las galletas con sustitución del 30% presentaron un mayor índice el 0% es el más bajo; el 10% y 20% presentan igualdad. Por tanto, se puede decir que la muestra con % de sustitución del 20 presenta un mejor nivel en cuanto al atributo color.

Otro autor obtuvo una media para color del 5,76 con sustitución de 8% y 5,75 con sustitución de 12% de harina de algarroba (Zavala, 2016), de modo que los resultados de esta investigación son parecidos a estudios similares.

En la tabla 15 para el día de evaluación se evidencia que hay dos grupos homogéneos representados por la letra en común, donde el índice de color incrementa con el tiempo.

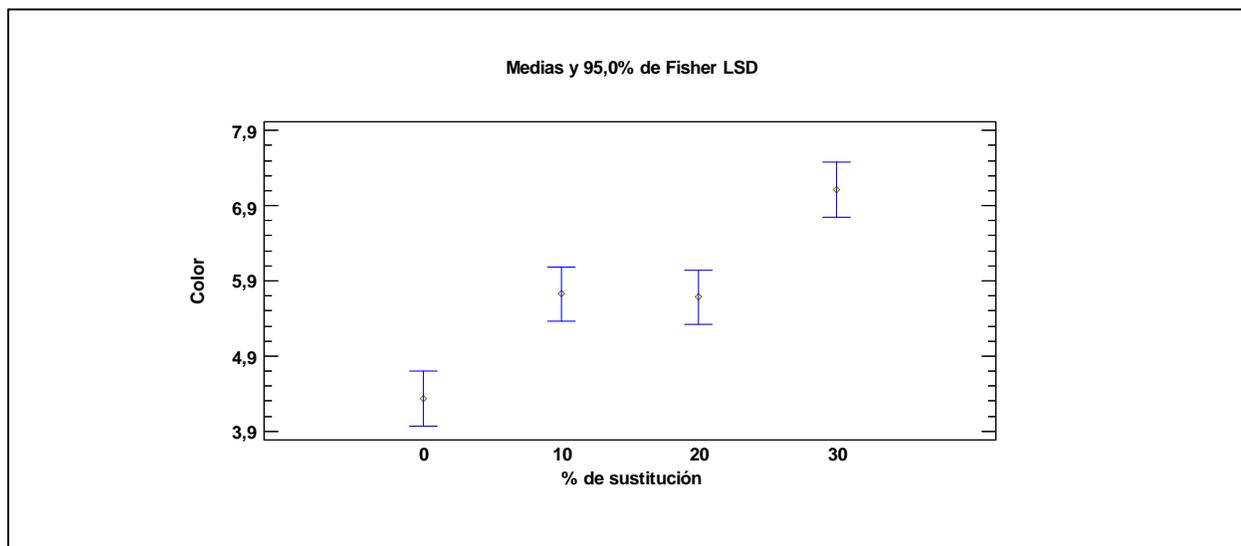
**Tabla 12.**

***Pruebas de Múltiple Rangos para Color por Día***

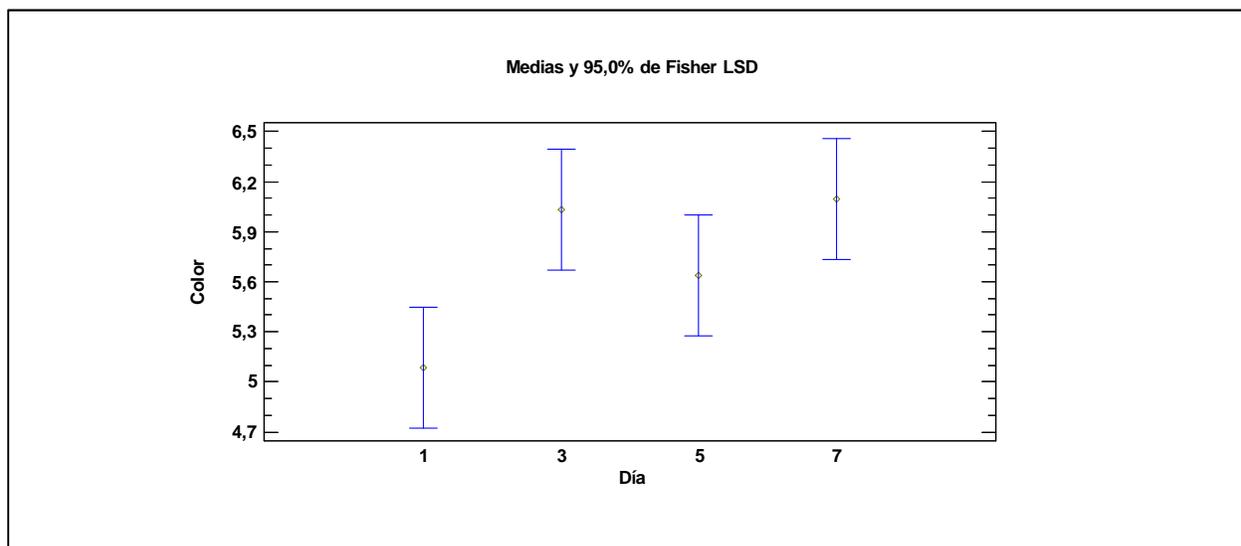
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Día</i>	<i>Media LS</i>
1	5,08565 <b>a</b>
5	5,64068 <b>ab</b>
3	6,02955 <b>b</b>
7	6,09516 <b>b</b>

Fuente: esta investigación

**Gráfico 6.*****Medias para color con respecto al % de sustitución***

Fuente: esta investigación

**Gráfico 7.*****Medias para color con respecto al día***

Fuente: esta investigación

**Tabla 16.*****Análisis de Varianza para Crocancia - Suma de Cuadrados Tipo III***

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: % de sustitución	3764,43	3	1254,81	20,72	0,0000
B: Día	947,813	3	315,938	5,22	0,0048
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	804,399	9	89,3777	1,48	0,1992
RESIDUOS	1938,05	32	60,564		
TOTAL (CORREGIDO)	7454,69	47			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Fuente: esta investigación

**Tabla 13.*****Pruebas de Múltiple Rangos para Crocancia por % de sustitución***

*Método: 95,0 porcentaje LSD*

<i>% de sustitución</i>	<i>Media LS</i>
10	20,2867 <b>a</b>
0	26,9758 <b>b</b>
20	39,5408 <b>c</b>
30	41,7192 <b>d</b>

Fuente: esta investigación

**Tabla 18.*****Pruebas de Múltiple Rangos para Crocancia por Día***

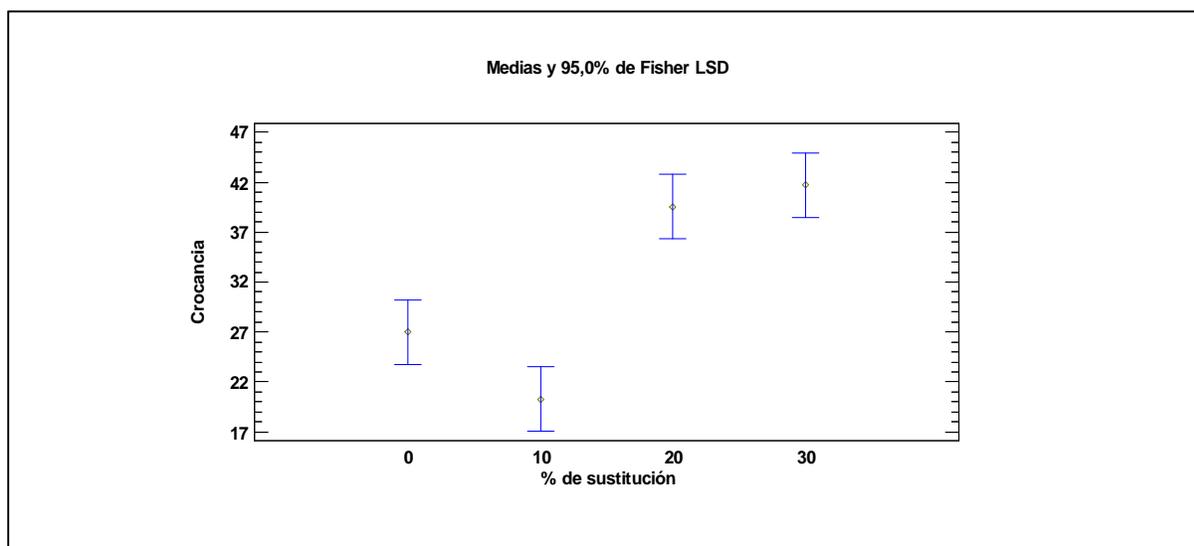
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Día</i>	<i>Media LS</i>
1	26,3867 <b>a</b>
5	29,8583 <b>ab</b>
3	34,0533 <b>bc</b>
7	38,2242 <b>c</b>

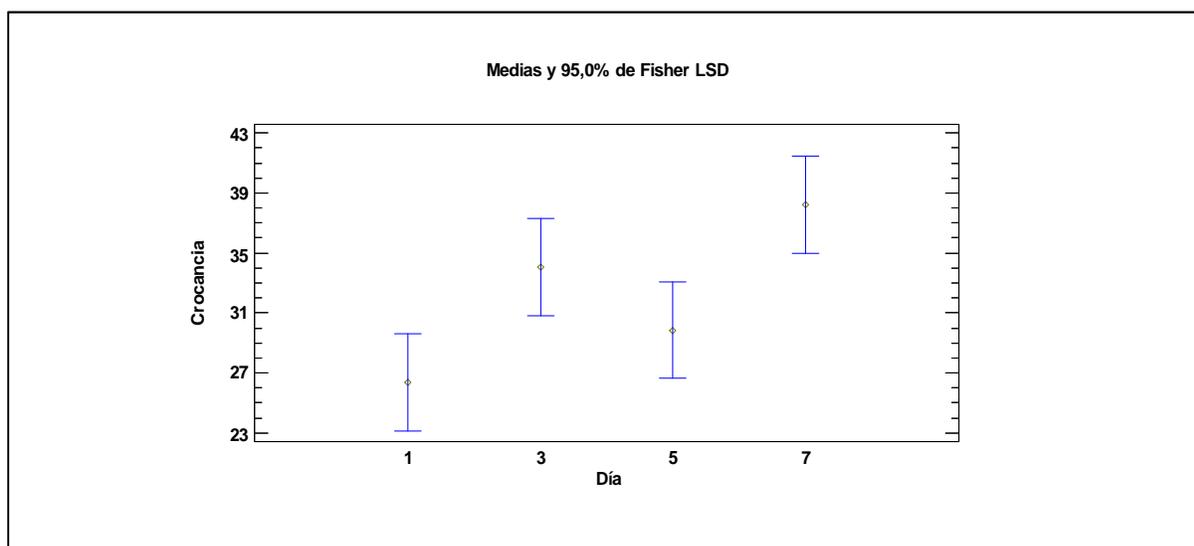
Fuente: esta investigación

La tabla 16 muestra que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05 por tanto, existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias del % de sustitución y el día de evaluación.

En la tabla 17 se muestra que la sustitución del 30% aunque tienen valores diferentes, estadísticamente comparte características con la del 20%. Mientras que en la tabla 18 se evidencian dos grupos homogéneos representados por la letra en común donde el índice de crocancia incrementa con el tiempo.

**Gráfico 8.*****Medias para crocancia con respecto al % de sustitución***

Fuente: esta investigación

**Gráfico 9.*****Medias para crocancia con respecto al día***

Fuente: esta investigación

**Tabla 19.****Análisis de Varianza para Firmeza - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: % de sustitución	203,948	3	67,9826	16,72	0,0000
B: Día	80,6018	3	26,8673	6,61	0,0013
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	37,5594	9	4,17327	1,03	0,4410
RESIDUOS	130,144	32	4,067		
TOTAL (CORREGIDO)	452,253	47			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Fuente: esta investigación

**Tabla 14.****Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por % de sustitución**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>% de sustitución</i>	<i>Media LS</i>
10	4,145 <b>a</b>
20	8,32667 <b>b</b>
30	8,58 <b>b</b>
0	9,49083 <b>c</b>

Fuente: esta investigación

**Tabla 15.*****Pruebas de Múltiple Rangos para Firmeza por Día***

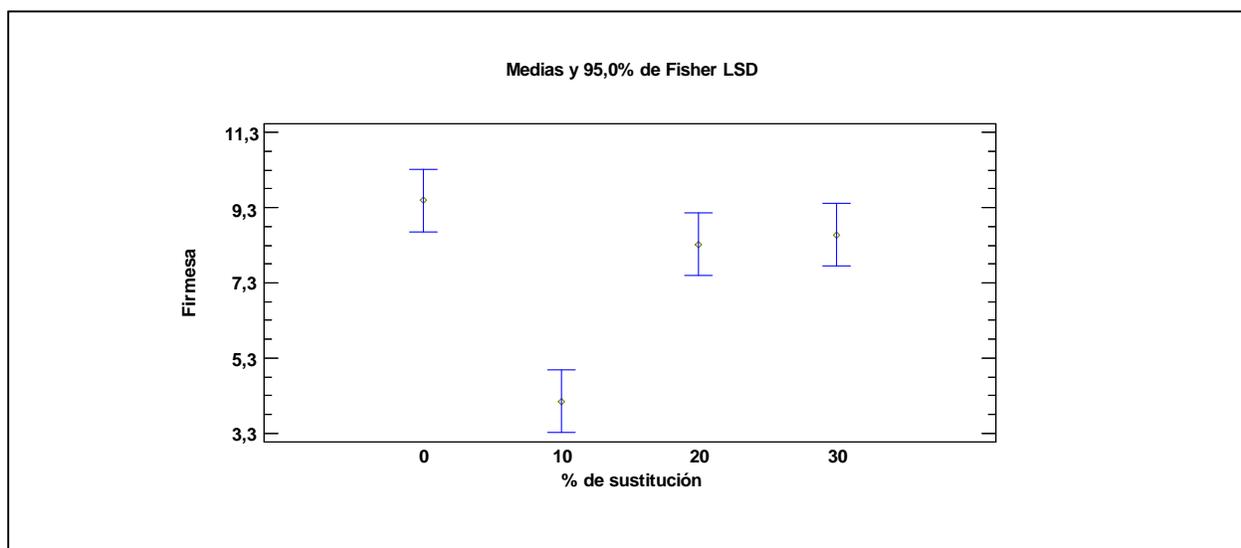
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Día</i>	<i>Media LS</i>
1	6,295 <b>a</b>
5	6,49917 <b>a</b>
3	8,345 <b>b</b>
7	9,40333 <b>c</b>

Fuente: esta investigación

La tabla 19 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05 por tanto, existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias del % de sustitución y el día.

En la tabla 20 se muestra que la sustitución del 30% estadísticamente comparte características con la del 20%. Mientras que en la tabla 21 podemos darnos cuenta que el día 1 y 5 comparten características similares; por lo cual podemos decir que con el paso de los días la galleta va teniendo una mayor firmeza, podríamos decir que la firmeza es proporcional al tiempo ya que hay un incremento de la media al transcurrir los días.

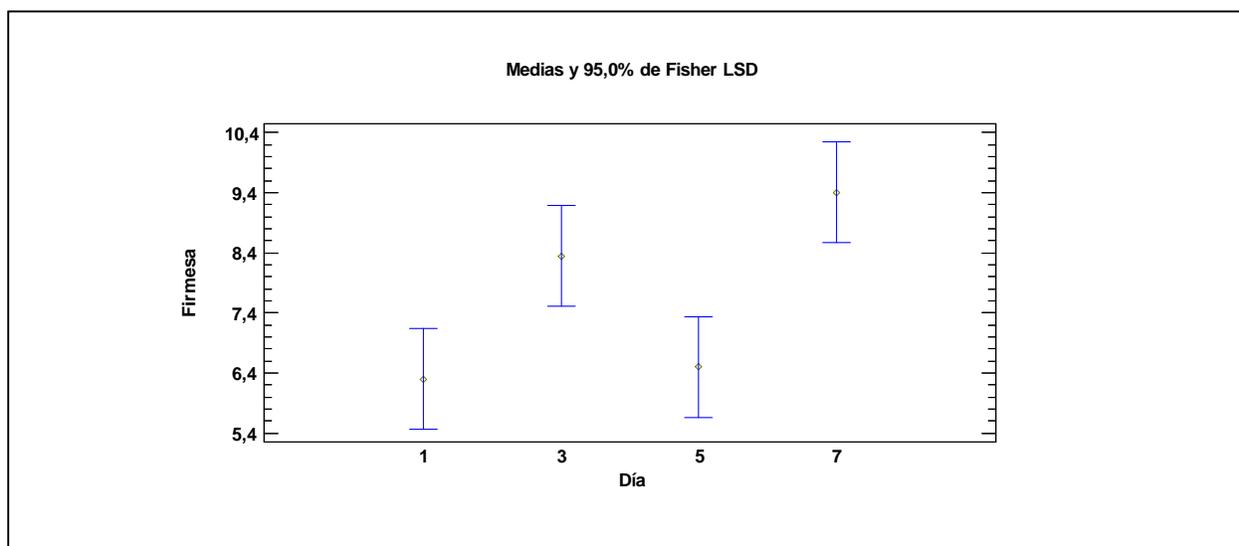
**Gráfico 2.*****Medias para firmeza con respecto al % de sustitución***

Fuente: esta investigación

En la gráfica 8, se muestra los resultados de firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango. Se observa que a medida que aumentó la sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango, se presenta una disminución de la fuerza de quiebre en el producto, resultados similares fueron encontrado en elaboración de galletas dulces con sustitución de harina de cascara de uva por (Gadea, 2019). Además, se presenta una gran diferencia especialmente en la de sustitución de 10% lo cual pudo ser debido a un mayor contenido de agua. En el Anexo 6, se encuentran los resultados completos de la variable.

### Gráfico 3.

#### *Medias para firmeza con respecto al día*



Fuente: esta investigación

Mildner y otros (2012) estudiaron el efecto de la sustitución de harina de trigo por orujo de uva blanca liofilizada (0, 10, 20 y 30%) sobre las propiedades de calidad en galletas dulces. Observaron que la adición del orujo redujo la dureza de todas las muestras de 2.26 a 1.01 N; lo cual podría atribuirse al menor contenido de proteínas del gluten (que favorecen la cohesión en la masa, siendo el gluten el principal responsable en la dureza de las galletas) en las formulaciones, lo que conduce a productos finales más quebradizos (Gadea., 2019). Los valores resultantes en esta investigación tienden a aumentar la firmeza con el paso de los días esto se le puede atribuir al contenido de fibra presente en la HCM sustituida en la formulación.

Las características texturales de las galletas a base de cáscaras de frutas pueden ser atribuidas al proceso de fabricación de horneado, los ingredientes utilizados durante la elaboración de la misma y a la variación de la composición proximal en especial de la humedad (Chumo et al., 2018).

**Tabla 22.*****Análisis de Varianza para Humedad - Suma de Cuadrados Tipo III***

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: % de sustitución	64,9882	3	21,6627	29,90	0,0000
B: Día	5,10417	3	1,70139	2,35	0,0911
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	3,27809	9	0,364232	0,50	0,8615
RESIDUOS	23,1855	32	0,724546		
TOTAL (CORREGIDO)	96,5559	47			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Fuente: esta investigación

**Tabla 16.*****Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por % de sustitución***

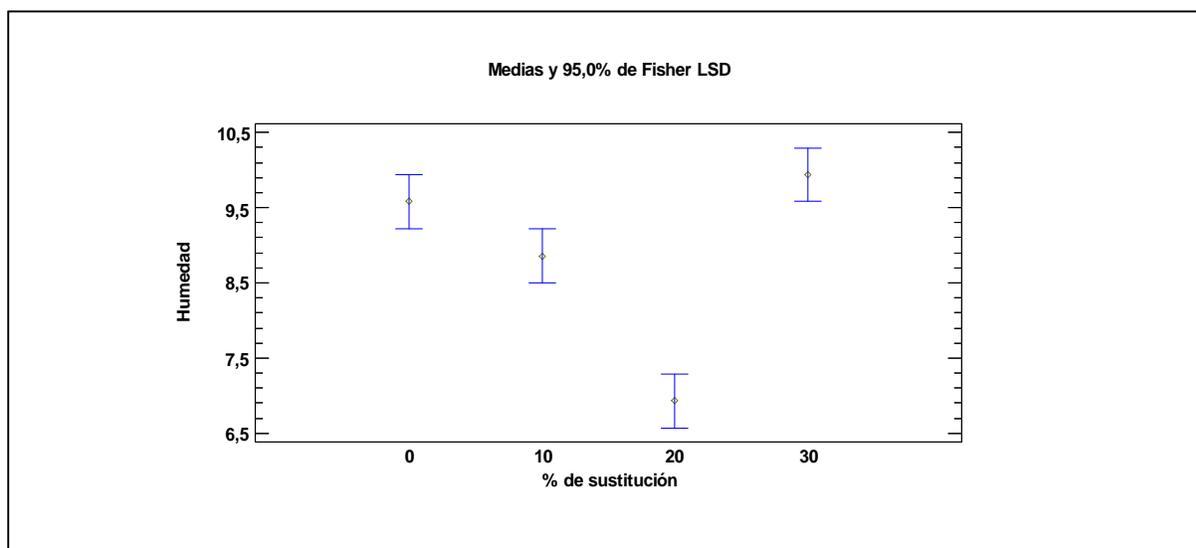
*Método: 95,0 porcentaje LSD*

<i>% de sustitución</i>	<i>Media LS</i>
20	6,92667 <b>a</b>
10	8,86 <b>b</b>
0	9,58083 <b>c</b>
30	9,93833 <b>c</b>

Fuente: esta investigación

#### Gráfico 4.

##### *Medias para humedad con respecto al % de sustitución*



Fuente: esta investigación

La tabla 19 muestran que el valor-P de la razón-F es mayor que 0,05 por tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias del % de sustitución con respecto a la humedad.

En la tabla 23 se muestra que la sustitución del 0% y 30% estadísticamente comparte características sin embargo la del 20% es la que presenta mejores condiciones ya que tiene una humedad de 6,9%. Comparando con otros autores se puede decir que esta se encuentra dentro del rango adecuado de humedad.

Las galletas que contienen más del 10% de humedad presentan características de menor dureza debido a que las moléculas de agua al estar presente en dicha matriz alimentaria provocaran un ablandamiento, menos del 5% resultan más duras. Otros autores obtuvieron 6.35 % con respecto al porcentaje de humedad (Jara, 2019).

### **Conclusiones**

- La harina de cascara de mango obtuvo un rendimiento menor al de otros autores
- La harina de cascara de mango cumple con el factor de calidad específico humedad, mientras que algunos parámetros no cumplen y otros están por comprobar.
- El nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango que les atribuye las mejores características físicas y organolépticas a las galletas elaboradas es la que tiene un porcentaje del 20 %.

### **Recomendaciones**

- Estudiar la vida útil de las galletas integrales elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango.
- Realizar un estudio de fibra en la harina de cascara de mango.
- Evaluar el contenido nutricional a la galleta integral con mejores características.
- Aprovechar la aceptabilidad de las galletas con sustitución de harina de cascara de mango, para la diversificación de productos de panificación.

## Referencias

- Alimarket. (2013). galleta, bollería y dulces.
- Altendorf. (2017). perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales1. 1 - 15.
- Aqualab. (17 de noviembre de 2019). actividad de agua en alimentos. obtenido de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/09/actividad-del-agua.pdf>
- Aquino. (2013). elaboración de galletas de sal utilizando harina de trigo (*triticum aestivum*) nacional de la variedad iniap – cojitambo con suplementos parciales de harina de trigo importado. ambato - ecuador.
- Asohofrucol. (2012). el mango, rico en desafíos . 1 - 44.
- Astudillo et al. (2016). propiedades físicas, químicas y antioxidantes de variedades de mango crecidas en la costa de guerrero. fitotec, 207 - 214.
- Atoche *at al.* (2017). “aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes”. 1 - 194.
- Barragán *et al.* (2015). galletas integrales trupsy compañía i3m. 1 - 53.
- Bernal *et al.* (2014). mango de azúcar (*mangifera indica*), variedad de colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. chil nutr, 312 - 318.
- Buitrago. (2019). el impacto de la tendencia saludable en la industria confitera colombiana . 1 - 42.
- Cabezas. (2018). sinopsis de la familia anacardiaceae. 1 - 39.
- Calvo. (2017). industria de elaboración de galletas .
- Cedeño *et al.* (2014). cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas. 1 - 98.

- Cerón *et al.* (2014). elaboración de galletas a base de harina de papa de la variedad parda pastusa (*solanum tuberosum*). *acta agronómica* , 1 - 13.
- Cervantes *et al.* (2016). products obtained from various fruit peels. *revista iberoamericana de producción academica y gestión educativa* , 1 - 12.
- Chumo *et al.* (2018). influencia de la sustitución parcial de harinas de cáscara de frutas en perfil de textura y calidad nutricional de una galleta. 1-100.
- Cock *et al.* (2014). evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cáscaras de mango (*mangifera indica*) como fuente de ingredientes. cali.
- Cock *et al.* (2014). potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*mangifera indica*) variedades keitt y tommy atkins . *acta agronómica*, 1 - 7.
- Cock *et al.* (2015). potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*mangifera indica*) variedades keitt y tommy atkins. *acta agronómica* , 1 - 7.
- Corrales *et al.* (2014). mango de azúcar (*mangifera indica*), variedad de colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *chil nutr*, 1 - 7.
- Dane. (2015). el cultivo del mango, *mangifera indica*, y su comportamiento frente a las condiciones ambientales y de manejo.
- Euromonitor. (2018). nuevo estudio de mercado revela oportunidades en el mercado de las galletas. *virtualpro procesos industriales*.
- Figueroa *et al.* (2010). aprovechamiento de las cascaras de mango como soporte para la producción de polisacaridasas. *revista científica de la universidad autonoma de coahuila* , 1 - 6.
- García *et al.* (2016). propuesta del sistema de producción industrial del vino de mango variedad tommy atkins en la región del tequendama. *ciencia unisalle*, 1 - 150.

- Gadea. (2019). efecto de la sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por cáscara de uva (*vitis vinífera* l.) var. gross colman en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en galletas dulces. 1-80.
- García *et al.* (2011). estudio de la variación del índice de color durante la conservación de la piña variedad cayena lisa a temperatura ambiente . revista ciencias técnicas agropecuarias, 12-16.
- García *et al.* (2012). caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos.
- García. (2017). "aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes". 1 - 194.
- Girón. (2016). “elaboración y valoración bromatológica de galletas funcionales a base de cáscara de plátano verde (*musa paradisiaca*) enriquecidas con semillas de zambo (*cucurbita ficifolia*) y endulzadas con stevia.”. 1 - 101.
- González *et al.* (2015). evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón . revista vector, 14 - 25.
- González *et al.* (2014). harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. 93 - 101.
- Greco. (2010). estudio sobre tendencias de consumo de alimentos - datos relevantes para la toma de decisiones en la agroindustria de alimentos y bebidas .
- Guerra (2016). evaluación de dos tipos de antioxidantes en el proceso de obtención de harinas de frutas tropicales ananas comosus (piña), *musa paradisiaca* (banano), *mangifera indica* l. (mango), para uso agroindustrial. 1 - 99.

- Guerra. (2016). evaluación de dos tipos de antioxidantes en el proceso de obtención de harinas de frutas tropicales ananas comosus (piña), musa paradisiaca (banano), mangifera indica l. (mango), para uso agroindustria. 1 - 99.
- Pérez. (2017). industria de elaboración de galletas .
- Hernandez. (2005). evaluación sensorial. bogotá .
- Hinostroza. (2014). elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia (citrus sinensis l.). 1 - 101.
- Jara. (2019). elaboración de galletas con un edulcorante natural stevia (stevia rebaudiana bertoni) enriquecida con harina de cáscara deshidratada de piña (ananas comosus). 1-98.
- León. (2014). potencial agroindustrial de cáscaras de mango (mangifera indica) variedades keitt y tommy atkins. acta agronómica , 1 - 7.
- Córdoba *et al.* (2017). preparation and elaboration of cookies with partial replacement of wheat flour with potato flour.
- Maldonado *et al.* (2016). physical, chemical and antioxidant properties of mango varieties grown at the guerrero coast.
- Méndez *et al.* (2019). diseño de un plan de negocios para la creación de una empresa productora de galletas a partir de harina de cáscara de mango de hilaza (mangifera indica l.) como sustituto parcial de la harina de trigo en cartagena. 1 - 168.
- Minagricultura. (2018). producción de mango mantiene tendencia de crecimiento, en 2018 alcanzaría las 262 mil toneladas. bogotá.
- Montoya *et al.* (2016). crocancia sensorial y picos sonoros de galletas de avena y granola evaluados por pruebas aceleradas. dialnet, 1-10.

- Moreno *et al.* (2016). influencia de la adición de harina de cascara de mango (*mangifera indica* l.), variedad kent y ácido ascorbico sobre las características tecnológicas del pan de molde . *ingnosis*, 1 - 18.
- Mosquera. (2009). efecto de la inclusion de harina de quinua (*chenopodium quinoa wild*) en la elaboración de galletas . bogotá.
- Muñoz *et al.* (25 de noviembre de 2019). obtenido de <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/emulsionantes.pdf>
- Nariño. (2017). consolidado agropecuario.
- Nuñez. (2015). métodos de estimación de la vida util de los alimentos . obtenido de <file:///c:/users/alexandra/downloads/metodosdeestimacionvidautilalimentos.pdf>
- Okpala. (2013). physicochemical properties of mango seed flour. *nigerian food journal* , 1 - 5.
- Oscar, d. l. (2015). evaluación caracterización de harina y aceite de pepa de mango, variedad kent y su uso en panificación .
- Pabrita *et al.* (2019). comparison of the physico-chemical and functional properties of mango kernel flour with wheat flour and development of mango kernel flour based composite cakes. *journal pre-proof*, 1 - 21.
- Pangol. (2013). proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa productora de galletas dieteticas y su comercialización en la ciudad de cuenca, provincia del azuay.
- Pimentel. (2015). efecto de la sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de brácteas de alcachofa (*cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. 1-64.
- Rettig. (2014). color in food as a measurable quality criterion. *agrosur*, 1 - 10.

- Rincon. (2010). reformulación de la galleta de navidad para la empresa incodepf s.a. ubicada en la ciudad de funza-cundinamarca. 1-83.
- Rodríguez. (2014). efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa : harina de papa (*solanum tuberosum* pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces. 1 - 111.
- Rojo *et al.* (2016). influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*mangifera indica* l.), variedad kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde. 1 - 18.
- Serna *et al.* (2014). evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cáscaras de mango (*mangifera indica*) como fuente de ingredientes funcionales. 1-10.
- Serna *et al.* (2014). potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*mangifera indica*) variedades keitt y tommy atkins. 1 - 6.
- Serna *et al.* (2015). evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cáscaras de mango (*mangifera indica*) como fuente de ingredientes funcionales. 41 - 50.
- Solarte *et al.* (2017). preparation and elaboration of cookies with partial replacement of wheat flour with potato flour.
- Sosa *et al.* (2011). competitividad del sistema de producción de mango.
- Sumaya *et al.* (2012). efecto de la temperatura y velocidad de aire durante la deshidratación de un pure de pulpa y cascara de mango sobre su actividad antioxidante.
- Yepes *et al.* (2008). valorización de residuos agroindustriales – frutas – en medellin y el sur del valle del aburrá, colombia . medellin.
- Zamudio. (2019). plan de negocios de exportacion de mango desde colombia hacia chile. 1 - 65.

Zavala. (2016). efecto de la proporción de sustitución parcial de la harina de trigo (*triticum spp*) por harina de algarroba (*prosopis pallida*) en la textura, color, aceptabilidad general y composición proximal de galletas dulces. 1-78.

## ANEXOS

## Anexo 1. Reporte de resultados de la HCM

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1968		<b>SECCIÓN DE LABORATORIOS</b>				Código: LBE-PRO-FR-78	
		<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>				Página: 1 de 1	
						Versión: 2	
						Vigente a partir de: 2014-01-15	
<b>LABORATORIO BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS</b>							
<b>DATOS USUARIO</b>		<b>DATOS MUESTRA</b>		<b>REPORTE No. LB-R- 829-19</b>			
Solicitante: Alexandra Sola Sierra, Tesista Ing. Agroindustrial Universidad de Nariño		Muestra: Harina cáscara de mango		Código muestra: 459			
Dirección: Carrera 19 No. 19 - 117, Pasto		Procedencia: Materia prima: Más Fruta, Procesamiento Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Nariño, Pasto					
cc / ml: 1.087.125.520		Responsable del Muestreo *		Alexandra Sola Sierra			
Teléfono: 315 304 3681		Fecha de Muestreo *		AA	MM	DD	
e-mail: kinalalexandra@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA	MM	DD	
		Fecha de Emisión del Reporte		AA	MM	DD	
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO</b>		2019-11-13 a 2019-12-18					
<b>ANÁLISIS SOLICITADO</b>		Proximal, Energía, Minerales					
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Valor Pasado, Enea	Base Seca		
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	6.10			
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	93.90			
Ceniza	Incineración sufla	Gravimétrica	g/100g	2.30	2.45		
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	1.89	2.12		
Fibra cruda	Digestión ácido-sulfúrica - Botas Anton	Gravimétrica	g/100g	7.40	7.88		
Proteína	Kjeldahl (N*6.25)	Titulación	g/100g	3.75	4.00		
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	78.46	83.58		
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	400	426		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0.25	0.27		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimétrica	Colorimétrica	g/100g	0.10	0.10		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0.14	0.15		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0.81	0.87		
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimétrica	Turbidimétrica	g/100g	0.05	0.05		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	mg/Kg	89.08	94.86		
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	mg/Kg	11.27	12.00		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	mg/Kg	7.21	7.68		
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	mg/Kg	5.39	5.74		
<b>OBSERVACIONES</b>							
<b>Nota a</b>		Información suministrada por el usuario					
<b>Expresión de resultados</b>		Con base a muestra seca					
<b>RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA</b>							
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.							

*Siguel Jimenez*

Olivia Sando Espinosa Nardoz, TQ-83218

Tel: Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

*Siguel Jimenez*

Novato, Rafael Córdoba, PO-6366

2019-12-18

FBI REPORTS DE RESULTADOS

**Anexo 2. Resultado de análisis de las propiedades funcionales de la Harina de cascara de mango.**

	<b>DENSIDAD</b>			
<b>REPETICIONES</b>	<b>CRA %</b>	<b>CRAC %</b>	<b>C H ml/g</b>	<b>g/ml</b>
1	785,6	275,6	70	0,5682
2	775,2	166,8	70	0,5722
3	854	185,2	70	0,57905

### Anexo3. Formato de evaluación sensorial de galletas integrales para niños

A continuación, se presentan cuatro muestras de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango, pruebe e indique su nivel de agrado marcando con una X en la escala que mejor describa su reacción.

#### Muestra 1510

	Me gusta mucho 	Me gusta ligeramente 	No me gusta ni me disgusta 	Me disgusta ligeramente 	Me disgusta mucho 
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

#### Muestra 1011

	Me gusta mucho 	Me gusta ligeramente 	No me gusta ni me disgusta 	Me disgusta ligeramente 	Me disgusta mucho 
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

## Muestra 2017

	Me gusta mucho 	Me gusta ligeramente 	No me gusta ni me disgusta 	Me disgusta ligeramente 	Me disgusta mucho 
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

## Muestra 3014

	Me gusta mucho 	Me gusta ligeramente 	No me gusta ni me disgusta 	Me disgusta ligeramente 	Me disgusta mucho 
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_

A continuación, se presentan cuatro muestras de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango, pruebe e indique su nivel de agrado marcando con una X en la escala que mejor describa su reacción.

	1510	1011	2017	3014
Me gusta mucho 				
Me gusta ligeramente 				
No me gusta ni me disgusta 				
Me disgusta ligeramente 				
Me disgusta mucho 				

Observaciones:

---

#### Anexo 4. Formato de evaluación sensorial de galletas integrales para adultos

A continuación, se presentan cuatro muestras de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango, pruebe e indique su nivel de agrado marcando con una X en la escala que mejor describa su reacción.

##### Muestra 1510

	<b>Me gusta mucho</b>	<b>Me gusta ligeramente</b>	<b>No me gusta ni me disgusta</b>	<b>Me disgusta ligeramente</b>	<b>Me disgusta mucho</b>
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

##### Muestra 1011

	<b>Me gusta mucho</b>	<b>Me gusta ligeramente</b>	<b>No me gusta ni me disgusta</b>	<b>Me disgusta ligeramente</b>	<b>Me disgusta mucho</b>
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

**Muestra 2017**

	<b>Me gusta mucho</b>	<b>Me gusta ligeramente</b>	<b>No me gusta ni me disgusta</b>	<b>Me disgusta ligeramente</b>	<b>Me disgusta mucho</b>
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

**Muestra 3014**

	<b>Me gusta mucho</b>	<b>Me gusta ligeramente</b>	<b>No me gusta ni me disgusta</b>	<b>Me disgusta ligeramente</b>	<b>Me disgusta mucho</b>
<b>Color</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Textura</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_

---



---

A continuación, se presentan cuatro muestras de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de mango, pruebe e indique su nivel de agrado marcando con una X en la escala que mejor describa su reacción.

	<b>1510</b>	<b>1011</b>	<b>2017</b>	<b>3014</b>
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				

Observaciones:

---

---

**Anexo 5. Registro de datos de evaluación sensorial en función a 30 consumidores de galletas por cada uno de los 4 Tratamientos.**

<b>% de sustitución</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aceptabilidad</b>
0	3	5	5	5
0	3	3	2	3
0	5	5	5	5
0	3	5	4	4
0	5	4	4	4
0	4	4	1	3
0	4	5	5	5
0	3	2	5	2
0	4	5	5	5
0	4	3	1	3
0	5	4	3	4
0	4	3	1	3
0	4	3	1	3
0	3	3	3	2
0	2	3	3	4
0	2	4	4	4
0	3	3	2	4
0	2	3	3	4
0	2	3	3	4
0	2	3	3	2
0	2	3	3	3
0	2	3	3	2
0	3	3	3	3
0	3	3	3	3
0	3	2	3	4
0	2	3	4	3
0	2	3	4	2
0	1	3	4	3
0	3	3	5	3
0	2	3	5	3
10	5	3	5	4
10	5	5	5	4

---

10	5	5	5	4
10	4	4	4	4
10	5	4	4	4
10	5	4	3	4
10	4	5	4	3
10	5	4	4	5
10	4	5	4	5
10	5	4	4	4
10	5	4	4	4
10	4	2	4	5
10	4	4	4	5
10	4	4	4	5
10	2	4	5	3
10	4	5	4	4
10	4	3	3	3
10	3	4	4	4
10	3	4	4	4
10	3	4	4	4
10	3	4	5	4
10	3	4	3	4
10	4	3	3	4
10	5	4	3	4
10	4	4	4	4
10	5	4	4	4
10	3	3	4	4
10	4	4	4	4
10	3	4	4	4
10	3	5	4	3
20	5	5	5	5
20	5	5	5	5
20	5	5	5	5
20	5	5	5	5
20	5	4	5	4
20	5	4	5	4
20	5	5	5	5

---

---

20	5	4	5	4
20	4	5	4	5
20	4	5	5	4
20	4	5	5	5
20	5	3	4	4
20	4	4	4	4
20	5	3	4	5
20	4	5	4	5
20	3	5	4	5
20	3	5	4	5
20	4	4	4	5
20	3	4	5	5
20	5	4	5	5
20	4	5	5	5
20	4	4	5	5
20	3	5	5	5
20	3	5	5	5
20	4	5	5	5
20	4	5	5	5
20	4	5	5	5
20	3	4	4	4
20	4	5	4	4
20	4	5	4	5
30	5	5	5	3
30	5	5	5	4
30	5	5	5	4
30	4	4	5	4
30	3	5	5	5
30	5	4	5	5
30	4	5	5	4
30	4	3	5	4
30	5	3	5	5
30	4	3	5	5
30	5	3	5	3

---

---

30	5	2	5	3
30	5	4	5	3
30	5	4	5	3
30	5	4	5	3
30	4	4	5	3
30	5	3	5	3
30	4	3	5	2
30	4	4	5	3
30	4	4	5	4
30	5	4	5	4
30	4	4	5	4
30	4	3	5	3
30	4	4	5	3
30	5	3	5	3
30	5	4	5	4
30	3	2	5	3
30	5	3	5	3
30	5	4	5	4
30	5	2	5	3

---

### Anexo 6. Pruebas físicas en las galletas

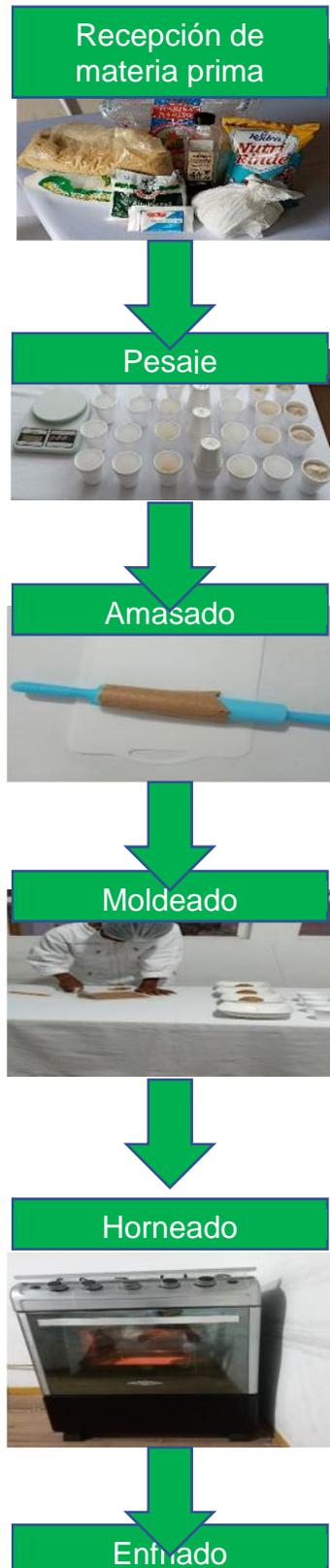
<b>% de sustitución</b>	<b>Día</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Color</b>	<b>Crocancia</b>	<b>Firmeza</b>	<b>Humedad</b>
0	1	1	3,6178	22,22	6,78	9,47
0	1	2	4,0206	24,67	7,42	11,15
0	1	3	4,7401	28,22	7,69	7,79
0	3	1	5,8543	28,92	10,07	9,67
0	3	2	4,2265	39,63	14,19	9,84
0	3	3	4,7093	35,93	13,19	10,62
0	5	1	5,0172	22,23	6,9	9,17
0	5	2	2,3499	23,67	7,03	9,73
0	5	3	3,5219	25,23	7,7	9,55
0	7	1	3,7158	28,82	14,54	9,26
0	7	2	4,5053	21,91	11,62	9,18
0	7	3	5,694	22,26	6,76	9,54
10	1	1	5,3018	21,81	3,62	8,96
10	1	2	4,7786	14,13	3,17	7,86
10	1	3	4,5192	13,93	3,19	8,84
10	3	1	6,754	20,04	4,36	9,7
10	3	2	7,0302	20,78	4,29	10,75
10	3	3	4,2769	20,58	4,26	8,93
10	5	1	7,0378	21,6	3,43	6,49
10	5	2	5,7768	20,6	4,01	9,31
10	5	3	5	18,13	3,42	9,32
10	7	1	5,7339	27,78	7,18	7,36
10	7	2	5,8283	22,51	4,91	9,26
10	7	3	6,662	21,55	3,9	9,54
20	1	1	5,8974	44,84	9,58	7,01
20	1	2	4,8511	22,77	3,07	6,01
20	1	3	5,2807	21,04	7,24	5,01
20	3	1	5,994	21,78	4,19	8,1
20	3	2	5,2832	45,03	10,27	6,93
20	3	3	5,8353	44,87	9,59	7,11
20	5	1	5,4005	44,7	9,72	7,57
20	5	2	6,4093	43,03	9,16	6,21
20	5	3	5,8353	22,88	3,18	7,53
20	7	1	5,328	49,81	12,09	7,62
20	7	2	5,1533	45,86	10,01	7,03
20	7	3	6,9064	67,88	11,82	6,99
30	1	1	5,9193	41,1	7,22	9,04
30	1	2	6,0109	25,58	9,93	9,4
30	1	3	6,0903	36,33	6,63	10,6

---

30	3	1	7,9362	57,32	9,76	10,47
30	3	2	7,9364	34,92	8,14	9,94
30	3	3	6,5183	38,84	7,83	9,91
30	5	1	8	41,52	7,33	9,9
30	5	2	7,6443	34,95	8,15	9,66
30	5	3	5,6952	39,76	7,96	10,14
30	7	1	8,5138	50,97	11,07	9,88
30	7	2	6,9006	54,07	9,44	9,76
30	7	3	8,2005	45,27	9,5	10,56

---

## Anexo 7. Proceso de elaboración de las galletas





Envasado

