



**“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL PARA
DETERMINAR LA ACEPTABILIDAD DE GALLETAS CON
FIBRA DIETÉTICA DE PIÑA (*ANANAS COMOSUS*) Y HARINA
DE SORGO (*SORGHUM VULGARE*) PARA PERSONAS
CELÍACAS**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

BACH.: DINA CAROLINA MESTA ARRUNÁTEGUI

BACH.: YESSSENIA LIZBET MIÑOPE CUSTODIO

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018

**Formulación y evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de galletas
con fibra dietética de piña (*Ananas comosus*) y harina de sorgo (*Sorghum
vulgare*) para personas celíacas**

PRESENTADO POR:

Bach. Mesta Arrunátegui, Dina Carolina

Bach. Miñope Custodio, Yessenia Lizbet

ASESORADO POR:

Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

JURADO:

PRESIDENTE
M.Sc. Rubén Darío Sachún García

SECRETARIO
ING. Rodolfo Pastor Tineo Huancas

VOCAL
ING. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mi familia, principalmente a mis padres por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional. A mis hermanos por sus palabras de aliento y compañía en todo momento.

Ya todas las personas de una u otra forma han contribuido para el logro de mis objetivos.

Dina Carolina Mesta Arrunátegui

A mis padres Manuela y Miguel por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, por forjarme a ser la persona que soy ahora; mis logros se los debo a ellos. A mis hermanas por ser parte de mi motivación para no rendirme.

A mis abuelos que siempre estarán en mi corazón y mis pensamientos.

Yessenia Lizbet Miñope Custodio

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios por permitirnos llegar a esta etapa de nuestra carrera profesional y por sus bendiciones, a todas las personas que hicieron posible el desarrollo de esta investigación y que colaboraron con nuestro objetivo.

A nuestro asesor Juan Francisco Robles Ruiz; por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos, así como también por la paciencia de guiarnos, orientarnos y corregirnos durante el desarrollo de la tesis.

LOS AUTORES

INDICE

DEDICATORIA	02
AGRADECIMIENTO	03
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	19
I. MARCO TEÓRICO	20
1.1. Materias primas	20
1.1.1. El Sorgo (Sorghum spp.)	20
1.1.1.1. Origen y distribución	20
1.1.1.2. Importancia económica del sorgo	21
1.1.1.3. Taxonomía , etapas fisiológicas y morfología	22
1.1.1.3.1. Taxonomía	22
1.1.1.3.2. Etapas fisiológicas del sorgo	22
1.1.1.3.3. Morfología	23
1.1.1.4. Tipos de Sorgo	24
1.1.1.5. Cosecha	26
1.1.1.6. Post cosecha	26
1.1.1.7. Estructura del sorgo	26
1.1.1.8. Composición química del sorgo	29
1.1.1.8.1. El almidón	29
1.1.1.8.2. Proteínas	30
1.1.1.8.3. Taninos	30

1.1.1.9.	Usos del sorgo	32
1.1.2.	La piña (<i>Ananas comosus</i>)	34
1.1.2.1.	Generalidades de la piña	34
1.1.2.2.	Taxonomía	36
1.1.2.3.	Descripción botánica	36
1.1.2.4.	Composición química y valor nutricional	37
1.1.2.5.	Caracterización de la fibra de piña	39
1.1.3.	Fibra dietética	40
1.1.3.1.	Clasificación de la fibra dietética	41
1.1.3.2.	Fibra dietética soluble	41
1.1.3.3.	Fibra dietética insoluble	42
1.1.3.4.	Recomendaciones de la ingesta de fibra dietética	43
1.1.3.5.	Composición de la fibra dietética	43
1.1.3.6.	Efectos adversos de la fibra	43
1.1.4.	Las galletas	44
1.1.4.1.	Generalidades	44
1.1.4.2.	Definición	44
1.1.4.3.	Clasificación	45
1.1.4.3.1.	Por su sabor	45
1.1.4.3.2.	Por su presentación	45
1.1.4.3.3.	Por su forma de comercialización	45
1.1.4.3.4.	Formulación	46
1.1.5.	Evaluación sensorial	46
1.1.5.1.	Definición	46

1.1.5.2.	Clasificación	47
1.1.5.3.	Pruebas orientadas al consumidor	47
1.1.5.3.1.	Pruebas de preferencia	47
1.1.5.3.2.	Pruebas de aceptabilidad	48
1.1.5.3.3.	Pruebas Hedónicas	48
1.1.5.3.4.	Pruebas orientadas a los productos	48
1.1.5.3.4.1.	Pruebas de diferencia	48
1.1.5.3.4.2.	Pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad	48
1.1.5.3.4.3.	Pruebas de evaluación de intensidad con escalas	49
1.1.5.3.4.4.	Pruebas descriptivas	49
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	50
2.1.	Área de ejecución	50
2.2.	Tipo de investigación	50
2.3.	Universo y muestra	50
2.4.	Variable de estudio	51
2.4.1.	Variable dependiente	51
2.4.2.	Variable independiente	51
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
2.5.1.	Equipos y materiales de laboratorio	51
2.5.1.1.	Equipos	52
2.5.1.2.	Materiales	52
2.5.2.	Reactivos y soluciones	53
2.5.3.	Método de análisis	54
2.5.3.1.	Análisis físico químicos	54

2.5.3.2.	Análisis microbiológicos	54
2.5.3.3.	Evaluación organoléptica	55
2.6.	Metodología experimental	56
2.6.1.	Caracterización de la materia prima	56
2.6.1.1.	Análisis físico químico	56
2.6.1.2.	Análisis microbiológico	56
2.6.2.	Obtención de la galleta de harina de sorgo con fibra de piña y evaluación de tratamientos	56
2.6.2.1.	Obtención de la galleta de harina de sorgo con fibra de piña	56
2.6.2.1.1.	Recepción de la materia prima e insumos	57
2.6.2.1.2.	Pesado	57
2.6.2.1.3.	Mezclado I	57
2.6.2.1.4.	Mezclado II	57
2.6.2.1.5.	Mezclado III y amasado	57
2.6.2.1.6.	Laminado	57
2.6.2.1.7.	Cortado	58
2.6.2.1.8.	Horneado	58
2.6.2.1.9.	Envasado	58
2.6.2.1.10.	Almacenado	58
2.6.2.2.	Evaluación de los tratamientos	60
2.6.2.2.1.	Evaluación organoléptica	60
2.6.2.2.2.	Análisis estadístico	60
2.6.3.	Caracterización del producto obtenido	61
2.6.3.1.	Caracterización físico química	61

2.6.3.2.	Caracterización microbiológica	61
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	62
3.1.	Caracterización de las materias primas	62
3.1.1.	Análisis físico químico	62
3.1.2.	Análisis microbiológico	64
3.2.	Obtención de las galletas y evaluación de los tratamientos	65
3.2.1.	Obtención del producto	65
3.2.2.	Evaluación de los tratamientos	67
3.2.2.1.	Evaluación organoléptica	67
3.2.2.1.1.	Variable aroma	67
3.2.2.1.2.	Color	70
3.2.2.1.3.	El sabor	71
3.2.2.1.4.	Textura	74
3.3.	Caracterización del producto terminado	76
3.3.1.	Análisis físico químico	76
3.3.2.	Análisis microbiológico	77
IV.	CONCLUSIONES	78
V.	RECOMENDACIONES	80
VI.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	81
	ANEXOS	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig.1 <i>Sorghum bicolor</i>	24
Fig.2 Componentes anatómicos del grano de sorgo	28
Fig.3 Partes de la piña	37
Fig.4 Diagrama de bloques para la obtención de galletas para celíacos	59
Fig.5 Flujo de operaciones para obtención de galletas con la harina de sorgo y fibra	66
Fig.6 Comparación de medias para aroma	69
Fig.7 Comparación de medias para color	71
Fig.8 Comparación de medias para sabor	73
Fig.9 Comparación de medias para textura	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de cada parte estructural del grano de sorgo	29
Tabla 2. Composición promedio de los principales constituyentes (g/100 g de muestra) del sorgo	31
Tabla 3. Composición del contenido de aminoácidos (g/100 g de muestra) entre el sorgo y el patrón de la FAO en el balanceo proteico	31
Tabla 4. Productos obtenidos de la molienda del grano de sorgo y sus usos	33
Tabla 5. Composición promedio de la piña (g/100 g de muestra)	39
Tabla 6. Composición de la fibra de piña (g/100 g de muestra)	40
Tabla 7. Características sensoriales de la fibra de piña	40
Tabla 8. Clasificación de la fibra dietética con base a sus constituyentes	42
Tabla 9. Métodos de determinación físico químicos	54
Tabla 10. Métodos de análisis microbiológicos	55
Tabla 11. Análisis de varianza para los tratamientos	61
Tabla 12. Resultados de análisis físico químicos de la harina de sorgo	62
Tabla 13. Resultados de análisis físico de la fibra de piña	63
Tabla 14. Estadísticos descriptivos para los análisis de la harina de sorgo	63
Tabla 15. Estadísticos descriptivos para los análisis de la fibra de piña	64
Tabla 16. Análisis microbiológicos de las materias primas	65
Tabla 17. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable aroma	67

Tabla 18. Pruebas de comparación de medias	68
Tabla 19. Pruebas de comparación de medias de Tukey	69
Tabla 20. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable color	70
Tabla 21. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable sabor	71
Tabla 22. Pruebas de comparación de medias	72
Tabla 23. Pruebas de comparación de medias de Tukey	73
Tabla 24. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable textura	74
Tabla 25. Composición química proximal de la formulación 4 (galletas con 20% de fibra de piña) en base a 100 g.	76
Tabla 26. Análisis microbiológico de las galletas de sorgo con fibra de piña	77

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de humedad en galleta al 20%	88
Anexo 2. Análisis de ceniza en galleta al 20 %	89
Anexo 3. Análisis de acidez en galleta al 20%	90
Anexo 4. Análisis de proteínas en galleta al 20%	92
Anexo 5. Obtención de Harina de sorgo	93
Anexo 6. Elaboración de galletas al 5 %, 10% , 15% , 20%	94
Anexo 7. Realización de Encuesta	95
Anexo 8. Análisis microbiológicos de las galletas al 20%	96
Anexo 9. Recopilación de datos de evaluación sensorial de galletas con respecto al olor , al 5%, 10%, 15% , 20%	99
Anexo 10. Recopilación de datos de evaluación sensorial de galletas con respecto al color , al 5%, 10%, 15% , 20%	101
Anexo 11. Recopilación de datos de evaluación sensorial de galletas con respecto al sabor , al 5%, 10%, 15% , 20%	104
Anexo 12. Recopilación de datos de evaluación sensorial de galletas con respecto a la textura , al 5%, 10%, 15% , 20%	105
Anexo 13. Formulación de las galletas (en base a 250 g)	107

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad la Formulación y evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de galletas con fibra dietética de piña (*Ananas comosus*) y harina de sorgo (*Sorghum vulgare*) para personas celíacas.

Teniendo en cuenta que el Sorgo es rico en hierro, zinc, fibra dietética y antioxidantes por lo cual se considera importante para el combate y prevención de enfermedades como el cáncer del colon, diabetes, anemias etc. y no contiene gluten; los celíacos pueden alimentarse con sorgo sin ningún problema para su salud y destacando la importancia de fibra de piña.

Se realizó formulaciones al 5%, 10%, 15% y 20 % con respecto a la fibra de piña; las cuales para cumplir con las Normas Técnicas se hicieron análisis de humedad, cenizas, acidez, proteínas, carbohidratos y a la vez análisis microbiológicos en dichas muestras de galletas, harina de sorgo y fibra de piña.

En la encuesta realizada se elaboró en base a un análisis organoléptico teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Apariencia y Textura, los que se determinaron mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de nueve categorías; la cual presentó una mayor aceptabilidad por parte de los panelistas la galleta elaborada al 20%; obteniendo un producto óptimo para el consumo de dichas personas que padecen de intolerancia al gluten.

ABSTRACT

The purpose of this research work is the formulation and sensory evaluation to determine the acceptability of cookies with pineapple dietary fiber (*Ananas comosus*) and sorghum flour (*Sorghum vulgare*) for people with celiac disease.

Taking into account that Sorghum is rich in iron, zinc, dietary fiber and antioxidants, which is why it is considered important for the combat and prevention of diseases such as colon cancer, diabetes, anemia, etc. and it does not contain gluten; celiacs can feed on sorghum without any problem for their health and highlighting the importance of pineapple fiber.

Formulations were made at 5%, 10%, 15% and 20% with respect to pineapple fiber; which, in order to comply with the Technical Standards, made analyzes of humidity, ashes, acidity, proteins, carbohydrates and, at the same time, microbiological analyzes in said samples of cookies, sorghum flour and pineapple fiber.

The survey was carried out based on an organoleptic analysis taking into account the attributes of Taste, Smell, Appearance and Texture, which were determined by means of a test measuring the degree of global satisfaction with a hedonic scale of nine categories; which presented a greater acceptability on the part of the panelists the biscuit elaborated at 20%; obtaining an optimal product for the consumption of said people who suffer from gluten intolerance.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad celíaca también se conoce como esprue celíaco o enteropatía sensible al gluten. Es un proceso inflamatorio del intestino delgado que se desencadena con la ingestión del gluten por parte de individuos con cierta predisposición genética. Esta condición puede presentarse con un amplio rango de manifestaciones clínicas que van desde una diarrea crónica hasta un grado de desnutrición la cual puede amenazar la vida del paciente.

El tratamiento de la enfermedad celíaca confirmada, consiste en una dieta de por vida que evite la ingestión de los alimentos con gluten, especialmente cualquier producto en cuya composición aparezca como ingrediente el trigo, la avena, la cebada y el centeno. Sin embargo, lo que a simple vista parece un tratamiento fácil, la restricción en la dieta puede ser difícil de cumplir (Portillo, 2006). El rol que desempeñe el ingeniero en industrias alimentarias es fundamental, ya que debe brindar alimentos seguros y que satisfagan las necesidades del consumidor, paciente en cuanto a su dieta, que será la piedra angular en el tratamiento exitoso. El sorgo es un cultivo que en los últimos años, ha ganado más espacio en los sistemas de producción de los pequeños y medianos agricultores ubicándolo como el segundo grano más cultivado a nivel de todo el mundo por su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas desfavorables, principalmente su resistencia a la sequía en relación a otros cultivos, hace que sea una nueva y gran alternativa para alimentación humana (Guzmán y López, 2015).

Es necesario significar que, además de su buen perfil nutricional, el sorgo posee alto contenido de fibra dietética y antioxidantes. Estas características nutricionales lo hacen un cereal con propiedades benéficas para la salud, ya que la fibra y los antioxidantes tienen propiedades anticancerígenas y como regeneradores celulares, así como su alto contenido de fibra y la falta de gluten hacen que sea ideal para la elaboración de alimentos para diabéticos y celíacos

(alérgicos al gluten). El sorgo es un cereal promisorio para la producción de alimentos benéficos para la salud (Saucedo et. al., 2012).

La piña es la tercera fruta tropical de importancia económica en el mundo, su producción a nivel mundial, entre 2006 - 2010, fue de 17,5 – 18 millones de toneladas de fruta fresca, siendo Filipinas, Brasil, Costa Rica, Tailandia y China los principales países productores, los cuales representan el 55% del total de la producción (TAPP, 2013; Adegbite et. al., 2014). Paralelo al crecimiento en área cultivada y a las ventas de este producto, se da un incremento en subproductos que se obtienen de este cultivo, como la planta entera, los rastrojos (plantas sin raíces), las coronas, los tallos, las cáscaras, la pulpa y el corazón; materiales con alto potencial para su utilización en la alimentación de animales y del hombre (López et. al., 2014).

La Fibra Dietética de la piña tiene actividad antioxidante, presenta propiedades de sabor y color neutro, apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto cuando es usada como suplemento de Fibra Dietética, a su vez ha sido empleada en forma efectiva en la producción de compuestos fenólicos a partir de la fermentación de la pulpa con el hongo *Rhizopus oligosporus*, en la extracción de sus contenidos nativos y en la fabricación de polímeros biodegradables para empaques (Cañas, 2006).

Las galletas (del francés *galette*) son productos de bollería/pastelería por su composición y forma de elaboración, pero por su importancia en la alimentación y la gran variedad de productos que abarcan se consideran una categoría independiente, diferenciándose fundamentalmente por su bajo contenido en agua (Guzmán y López, 2015).

Las galletas convencionales son productos gasificados con levaduras artificiales y contienen apreciables cantidades de azúcar y manteca (Reátegui y Maury, 2001).

Considerando que la textura de las galletas se debe principalmente a la gelatinización de almidón y azúcar, en lugar de una gran estructura de proteína/almidón, durante la elaboración de galletas sin gluten los inconvenientes son poco frecuentes (De Simas, et al., 2009).

Una galleta es un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, agua, grasa y huevos. Es uno de los productos más consumidos por la población mundial y constituye un alimento tradicional cuya elaboración se ha llevado a cabo de manera artesanal durante mucho tiempo (Guzmán y López, 2015).

Además el ser humano necesita una alimentación balanceada que contenga todos los nutrientes que el cuerpo necesita para un adecuado funcionamiento ya que una mala alimentación puede producir trastornos en el organismo.

En la actualidad se propone que la alimentación siempre este acompañada de alimentos funcionales que persiguen modificar o potenciar las propiedades saludables de alguno de sus componentes para fortalecer la salud y prevenir enfermedades; es el caso de la quinua uno de los alimentos más importantes que contienen gran cantidad de fibra y otros nutrientes que aportan beneficiosamente al funcionamiento del organismo.

Existen notables cambios en nuestros estilos de vida, tales como, horarios de trabajo de tiempo completo y horas extras, que nos conducen a olvidarnos de una buena nutrición (Rayas, 2008).

La fibra dietética (FD) puede ser definida como un ingrediente de los alimentos funcionales, de acuerdo con sus atributos fisiológicos, como también por su composición química (Hernaiz., 2010).

La fibra dietética tiene varios beneficios incluyendo la posibilidad de ayudar contra una cantidad de enfermedades crónicas y dañinas para la salud. Alimentos de trigo entero, lentejas, frutas y vegetales son fuentes importantes de fibra dietética (Rayas P, 2008).

El libre consumo de fibra dietética proveniente de diversos tipos de alimentos ayudarán a protegernos contra el cáncer del colon y ayudarán a normalizar los lípidos en la sangre y a reducir, por tanto, el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Matos, 2010).

La fermentación de la fibra, por parte de las bacterias colónicas, va a tener efectos beneficiosos tanto directos como indirectos para la salud. Existe una clara relación entre la actividad biológica de las bacterias, los metabolitos producidos en la fermentación de la fibra y la fisiología del ser humano (Escudero, 2006).

La ingesta de fibra dietética reduce el riesgo de cardiopatías coronarias, entre otras afecciones de la salud, en particular del joven y del adulto mayor, según estudios epidemiológicos. Se ha comprobado que intervenciones con fibra dietética mejoran las concentraciones de lípidos en el suero sanguíneo, además de reducir las concentraciones de colesterol total (Hernández, 2010).

En tal sentido, y con miras a contribuir al avance del conocimiento científico, tecnológico y nutricional de los productos libres de gluten y tomando en cuenta la real y creciente demanda por parte de los consumidores, de productos con mejor sabor y textura que los ya existentes, y dada la importancia de mejorar la pobre calidad nutricional de la mayoría de los productos que existen en el mercado, se ha establecido realizar la presente investigación: formulación y evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de galletas con fibra dietética de piña (*Ananas comosus*) y harina de sorgo (*Sorghum vulgare*) para personas celíacas la misma que plantea los siguientes objetivos:

Objetivos

Objetivos generales: Formular y evaluar sensorialmente la aceptabilidad de galletas con fibra dietética de piña (*Ananas comosus*) y harina de sorgo (*Sorghum vulgare*) para personas celiacas.

Objetivos específicos:

- ❖ Caracterizar químico proximal a las materias primas (harina de sorgo y fibra de piña).
- ❖ Determinar parámetros tecnológicos del proceso de elaboración de galletas.
- ❖ Caracterizar microbiológicamente las galletas obtenidas.
- ❖ Evaluar los tratamientos a partir del análisis físico químico y análisis sensorial.
- ❖ Determinar las características fisicoquímicas de las galletas obtenidas.
- ❖ Evaluar la estabilidad microbiológica en el almacenamiento de las galletas obtenidas.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Materias Primas

1.1.1 El sorgo (*Sorghum* spp.).

1.1.1.1 Origen y distribución.

Según Gutiérrez (2004) los sorgos cultivados hoy en día se originaron del silvestre *Sorghum bicolor* subsp del *Sorghum arundinaceum*; y la mayor variación en el género *Sorghum* se encuentra en el noreste del África en la región de Etiopía-Sudán, donde el género ancestral tiene un número básico de cinco cromosomas, originándose probablemente hace 5,000 ó 6,000 años. Posteriormente pasó a Australia llegando al nuevo mundo.

Existe evidencia que el sorgo llegó de Etiopía a África Oriental en el año 200 Después de Cristo (DC), usando el grano para elaborar cerveza. El sorgo (tipo Guinea y Durra) pasó de África a la India en el año 1,500 Antes de Cristo (AC); y de la India el cereal llegó a China en el siglo III y dio lugar a características distintas del grupo kaoliang cultivado en china. Para el año 700 AC se movió de la India hasta Italia.

La llegada del cereal a varias partes del Hemisferio Occidental fue a través del comercio de esclavos; al principio, los tipos guinea criolla, sensible al fotoperíodo (maicillos criollos), fueron llevados a América Central proveniente de África como alimento para los esclavos durante el siglo XVI. Los tipos guinea fueron buenos como provisión para la marina ya que los granos duros toleraban el almacenamiento.

El sorgo parece haber llegado a América como maíz de Guinea, desde África occidental alrededor del siglo XIX. Aunque este cereal llegó a América Latina a través del comercio de los esclavos y por obra de navegantes que hacían la ruta comercial Europa-África-América

Latina en el siglo XVI, su cultivo no llegó a adquirir importancia hasta el siglo actual (Quintanilla, 2014).

1.1.1.2 Importancia económica del sorgo.

El sorgo tiene un hábito y una fisiología vegetal (metabolismo de las "C-4") similar al maíz; el maicillo no solo se utiliza en la alimentación de animales sino también para fines industriales, en este aspecto tiene los mismos usos que el maíz. Se destaca en la producción de almidón, dextrosa, miel de dextrosa, aceites comestibles y bebidas; en la elaboración de cervezas, bebidas locales y materias colorantes, cosméticos, papel, productos farmacéuticos, confituras, mezcla en café y cárnicos, entre otras (Saucedo 2008); además, las panículas se emplean para la confección de escobas o se queman para obtener cenizas ricas en potasio (Pérez et al. 2010).

De los tallos de esta planta se pueden obtener otros productos como jarabes y azúcares. La producción de etanol constituye una fuente alternativa para la obtención de energía a partir de este cultivo. La harina de sorgo es pobre en gluten, es más blanca y nutritiva que la del mijo (*Panicum miliaceum*), con ella se fabrican tortas y galletas que sirven de base en la alimentación humana, ya sea sola o asociada al maíz o al mijo, por ello en la India, China y algunas regiones de África, el sorgo constituye un elemento muy importante (CENTA 2007).

Así mismo, en la industria de panificación la harina de sorgo está tomando auge, ya que se ha comprobado que puede sustituir hasta en un 50% a la harina de trigo, en las mezclas para la elaboración de pan, sin afectar la calidad de éste (CENTA 2007)

1.1.1.3 Taxonomía, etapas fisiológicas y morfología.

1.1.1.3.1 Taxonomía.

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Las especies son el *Sorghum vulgare* y el *andropogum*, *Sorghum sudanensis*. Según Pérez, et.al. (2010), la clasificación taxonómica es.

Reyno	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Sub clase	: Liliidae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Sub familia	: Panicoideae
Tribu	: Andropogonae
Género	: Sorghum
Especie	: bicolor

1.1.1.3.2 Etapas fisiológicas del sorgo.

El cultivo del sorgo presenta tres etapas fenológicas bien definidas, con una duración de aproximadamente 30 días cada una, dependiendo de la variedad que se utilice así como de las condiciones agroclimáticas (Quintanilla, 2014).

Etapas 1

Vegetativa, comprende desde la siembra hasta el inicio de los primordios florales. Inicia con la imbibición del agua por la semilla, pasando por la formación de la radícula, del coleóptilo, crecimiento de hojas y tallo, finalizando al inicio del primordio floral.

Etapas 2

Reproductiva, se inicia con la emergencia del primordio floral, continúa con iniciación de ramas primarias, secundarias; agrandamiento del ápice floral, glumas, espiguillas, formación de florillas con sus estambres y pistilos, finalizando con la maduración de los órganos reproductivos.

Etapas 3

Comprende: polinización, fecundación del ovario, desarrollo y maduración del grano.

1.1.1.3.3 Morfología.

Es una planta de la familia de las gramíneas, considerada una variedad de mijo que se cultiva como planta anual, aunque es perenne y en los trópicos se puede cosechar varias veces al año.

El *Sorghum bicolor*, puede llegar a medir entre 1 y 2 metros, o hasta 5 metros de altura en variedades forrajeras.

Tiene un sistema radicular fasciculado, que le permite crecer en condiciones extremas de sequía y heladas. Estas raíces, pueden alcanzar hasta dos metros de profundidad.

El tallo, es cilíndrico, erecto y presenta macollos o nudos estructurales, típico de las gramíneas.

Sus hojas, son verdes, alternas, lanceoladas o glabras, de 60 centímetros de longitud y entre 1 y 7 centímetros de ancho.

El tallo tiene una inflorescencia (3), terminal en forma de panícula compacta, de 10 a 20 centímetros de longitud (en algunos ejemplares, hasta 40 centímetros) con inflorescencias en panojas o espiguillas. Sus flores son hermafroditas.

La semilla o grano es un fruto cariósipide de 3 a 4 milímetros de diámetro, esférico y oblongo, de color negro, rojo y amarillo (Aubourg, 2008).



Figura1. *Sorghum bicolor*. Recuperado de Quintanilla J. (2014)

1.1.1.4 Tipos de sorgo.

1.1.1.4.1 Sorgo Granífero.

Es destinado a la producción de grano, altura de la planta entre 90 y 150 cm, pueden usarse en la industria y en la alimentación humana y animal.

1.1.1.4.2 Sorgos Graníferos de Doble Propósito.

Son de producción de grano de biomasa de tallo y como silo de planta entera. En ensilaje la calidad es casi igual a la del maíz, altura de la planta es 2.5 metros.

1.1.1.4.3 Sorgos Sileros.

Producen gran cantidad de biomasa y poseen buena digestibilidad. En estos casos, la producción de grano no es determinante. Son de ciclo largo y de gran altura.

1.1.1.4.4 Sorgos tipo Sudan Grass.

Son utilizados para pastoreo directo, son más altos que los graníferos, con hojas largas y tallos finos. Su principal característica es su capacidad de rebrote y su elevada producción de macollos.

1.1.1.4.5 Sorgos Fotosensitivos.

Son sensibles a la longitud del día y a la exposición de luz, normalmente no florecen o lo hacen tardíamente, por lo cual permanecen en estado vegetativo y alcanzan gran altura. Su uso principal es para pastoreo directo.

1.1.1.4.6 Sorgos de Tallos secos.

Se utilizan para quemar directamente y en la generación de energía eléctrica o de calor para calderas.

1.1.1.4.7 Sorgos para bioetanol.

Son genotipos con mínimo macollaje, fotosensitivos o con mínima producción de granos, alto contenido de lignina en tallos y muy dulces.

1.1.1.5 Cosecha.

Alrededor de 25 a 30 días después de la floración, el grano de sorgo alcanza la madurez fisiológica y se corta en movimiento de productos asimilados y agua del resto de la planta al grano. En este estado el grano tiene un contenido de humedad de cerca de 30-35% y continuará perdiendo humedad por los 25 días siguientes, hasta alcanzar alrededor del 11-15% un nivel que se considera adecuado para la cosecha.

1.1.1.6 Post cosecha.

El grano de sorgo puede ser atacado por diversas plagas, entre ellas gorgojos (*Sitophilus sp*) y palomillas (*Sitotroga cerealella*) destruyendo los granos en almacenamiento. Para evitar el daño por éstas plagas, debe almacenarse el grano a una humedad no mayor del 15%.

1.1.1.7 Estructura del sorgo.

El sorgo ha sido un elemento básico importante en la economía en las zonas tropicales semiáridas de Asia y África a lo largo de muchos siglos. Este cultivo sigue siendo todavía la fuente principal de energía, proteínas, vitaminas y minerales para millones de habitantes más pobres de esas regiones.

Sus principales elementos anatómicos son el pericarpio, el germen o embrión y el endospermo, los cuales varían de un grano a otro. En el grano de sorgo el peso medio del pericarpio es del 6%, el endospermo del 84% y el germen del 10% (Pérez, Saucedo, Iglesias, Wencomo, Reyes, Oquendo, Milián, 2010).

El pericarpio es el elemento estructural más externo de la cariopsis y se compone de tres subcapas, el epicarpio, el mesocarpio, y el endocarpio.

El epicarpio se subdivide en epidermis e hipodermis. En la cariopsis del sorgo, la epidermis se compone de células gruesas, alargadas y rectangulares que tienen un revestimiento cutínico en la superficie exterior. En la epidermis está presente a menudo un pigmento.

La hipodermis se compone de células ligeramente más pequeñas que la epidermis y tiene de una a tres capas de células de espesor. El mesocarpio y la parte media es la capa más gruesa del pericarpio del sorgo pero su espesor varía mucho entre los distintos genotipos. La resistencia del sorgo al moho está asociada con un mesocarpio delgado.

A diferencia de otros cereales, el sorgo contiene granos de almidón en su pericarpio. El tamaño de estos gránulos oscila entre 1 y 4 μm . El endocarpio, que es la subcapa más interna del pericarpio se compone de células transversales y de una capa de células tubulares que transportan la humedad al grano.

Justo debajo del endocarpio está la capa de la testa o revestimiento de la semilla. En algunos genotipos de sorgo la testa está muy pigmentada. El color y el pigmento son una característica genética. El espesor de la capa de la testa no es uniforme. En algunos genotipos, hay una testa parcial mientras que en otros no se ve a simple vista o no la hay.

Seguido de esta capa se encuentra el endospermo, el cual constituye la mayor parte del grano. Este es un importante tejido de almacenaje compuesto de una aleurona y de zonas periféricas de textura córnea y harinosa. En todos los sorgos, la aleurona es una única capa que esta inmediatamente debajo del revestimiento de la semilla o testa.

Las células de la aleurona son ricas en minerales, vitamina B, aceite, y también contienen enzimas hidrolizantes.

El endospermo periférico se caracteriza por sus células rectangulares largas, que son muy compactas y que contienen gránulos amiláceos y sustancias proteínicas dentro de la matriz proteínica. En el sorgo el número de sustancias proteínicas baja a medida que aumenta su contenido amiláceo desde la zona periférica al núcleo central donde se halla localizado el endospermo harinoso.

Las dos partes principales del germen son el eje embriónico y el escutelo. El escutelo es un tejido de almacenamiento, rico en lípidos, proteína, enzimas y minerales. El aceite presente en el germen de sorgo es rico en ácidos grasos poliinsaturados y análogo al aceite de maíz (Pérez et al., 2010).

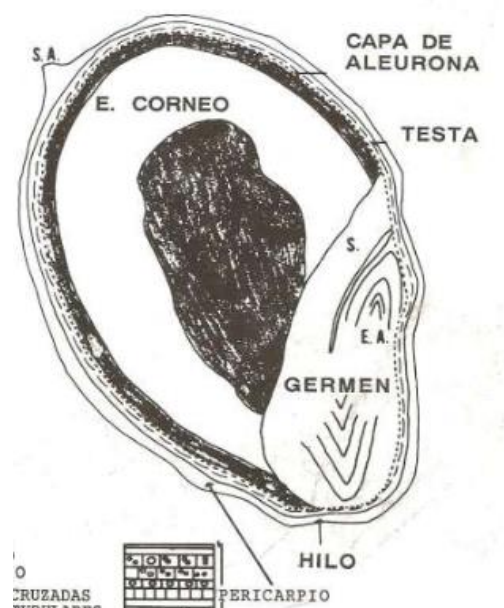


Figura 2. Componentes anatómicos del grano de sorgo. Recuperado de Pérez et al., (2010)

Tabla 1***Composición química de cada parte estructural del grano de sorgo***

Parte	% del grano	Proteína	Ceniza	Aceite	Carbohidrato
de Sorgo					
Grano completo	100	12,3	1,67	3,6	73,8
Endospermo	82,3	12,3	0,37	0,6	82,5
Germen	9,8	18,9	10,4	28,1	13,4
Cáscara	7,9	6,7	2,0	4,9	34,6

Nota: Recuperado de Ochoa, K y Pineda, A (2013). Elaboración y evaluación de una bebida fortificada y saborizada para la población infantil a base de harina de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. moench) variedad RCV.

1.1.1.8 Composición química del sorgo.***1.1.1.8.1 El Almidón.***

El almidón es la principal forma de almacenaje de carbohidratos en el sorgo. La digestibilidad del almidón en el grano de cereal determina el contenido energético disponible del grano, lo que depende de su hidrólisis por las enzimas pancreáticas.

Con unos valores que van del 56 al 73%, el contenido medio de almidones del sorgo es el de 69,5%. Alrededor del 70-80% del almidón del sorgo es amilopectina, mientras que el restante 20-30% es amilosa. Factores tanto genéticos como ambientales influyen en el contenido de amilosa del sorgo. El sorgo ceroso o glutinoso es muy pobre en amilosa y su almidón consiste en 100% de amilopectina. Ahora bien, en el sorgo azucarado el contenido de amilosa del almidón es de un 5% a un 15% superior al del sorgo normal (Pérez et al., 2010).

1.1.1.8.2 Proteína.

El segundo gran componente del grano es la proteína. El sorgo tiene un contenido medio de proteína de 10,4%, presentando una gran variabilidad, debido probablemente a que este cereal se cultiva en situaciones agroclimáticas diversas que influyen en la composición del grano. El contenido proteínico del grano también guarda una notable correlación con el peso del grano y el contenido de proteína. Las fluctuaciones en el contenido proteínico del grano van acompañadas por lo general de cambios en la composición aminoácida del grano y su proteína (Pérez et al., 2010).

1.1.1.8.3 Taninos.

Todos los sorgos contienen polifenoles, los cuales afectan el color, la apariencia y el valor nutritivo del grano y sus productos. Los polifenoles incluyen pigmentos de antocianina que se encuentran principalmente en el epicarpio y en la testa del grano y muchos de ellos tienen desventajas nutricionales. Hay tres grupos básicos de polifenoles: ácidos fenólicos, flavonoides y los taninos condensados.

Todos los sorgos tienen ácidos fenólicos, la mayoría contiene flavonoides (antocianidinas, catequinas y leucoantocianidinas) y muchos cultivares (sorgos marrones) taninos condensados (no hidrolizables). El tanino está localizado principalmente en la testa y además en la parte exterior e interior del pericarpio (Pérez et al., 2010).

Tabla 2***Composición promedio de los principales constituyentes (g en 100 g de muestra) del sorgo***

Componentes (g/100g)	Sorgo
Humedad	8 – 10
Proteína	7 – 14
Lípidos	2,4 – 6,5
Carbohidratos	70 – 90
Fibra	1,2 – 3,5
Calcio	11 – 58,6
Fósforo	167 – 751
Hierro	0,9 – 20
Tiamina (Vitamina B1)	0,2 – 0,5
Rivoflabina (Vitamina B2)	2,9 – 6,4
Niacina (Vitamina B3)	0,1 – 0,2

Nota: Recuperado de Guzmán y López (2015). Propuesta de formulación de galletas elaboradas con harina compuesta de *Amaranthus cruentus* (amaranto) Y *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

Tabla 3***Comparación del contenido de aminoácidos (g en 100 g de muestra) entre el sorgo y el patrón de la FAO en el balanceo proteico***

Aminoácido	Sorgo	Aa FAO
Lisina	2,4	4,3
Treonina	3,3	3,3
Valina	4,8	2,8
Isoleucina	3,8	4,3
Leucina	13,3	4,9
Tirosina	1,8	2,5
Fenilalanina	4,9	2,9
Triptófano	1,0	1,1
Metionina	1,2	1,7

Nota: Recuperado de Guzmán y López (2015). Propuesta de formulación de galletas elaboradas con harina compuesta de *Amaranthus cruentus* (amaranto) Y *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

1.1.1.9 Usos del sorgo.

El consumo total de sorgo sigue muy de cerca las pautas mundiales de producción ya que la mayoría de éste producto se consume en los países donde se cultiva. El sorgo se emplea con dos distintas finalidades: alimentación humana y piensos. La preparación del sorgo como alimento es simple. Casi siempre se consume en forma de potaje o de una pasta espesa preparada agregando la harina al agua caliente. En ocasiones, se elabora un pastel plano y el grano puede tostarse, hacerse reventar o hervirse entero.

Un alimento común en Nigeria es el tuwo que se prepara agitando harina de sorgo en agua caliente y permitiendo que la pasta espesa se enfríe y forme un gel. Las partes del gel frío se comen con sopa. En ocasiones, se tuestan panículos de sorgo verde similar al maíz dulce de los Estados Unidos de Norteamérica. Las variedades de sorgo para reventar se cultivan y se elaboran en forma similar al maíz palómero (para palomitas de maíz). En partes de África, una de las bebidas populares que se consumen es el bantú o la cerveza de kafir. Difiere de la cerveza preparada con malta de cebada en que es un líquido opaco, de color rojizo, con buen cuerpo y contiene del 5 al 6 % de sólidos. Tiene un sabor agrio a levadura, bajo contenido de alcohol y alto valor nutritivo. Para maltear y elaborar cerveza, se prefiere utilizar granos de sorgo rojo (Ochoa y Pineda, 2013).

En India, el grano de sorgo se monda o se quiebra, se prepara en forma de pasta y se hornea como pan sin levadura (rotti) o se cuece como el arroz. Para el pan se prefieren los granos blancos aperlados. El grano entero se tuesta o se fríe en una cacerola caliente y después se muele y se mezcla con sal, leche agria o melaza. Los sorgos especiales para reventar, tostar o para otros usos se utilizan con frecuencia en pequeñas cantidades. Los jowares de tipo vani se cosechan e forma de pasta, se tuesta y se consumen con tallarines picantes. En China, uno de

los principales usos del sorgo es para la producción de vino. Además, las glumas rojas se maceran en agua para preparar un tinte que se emplea para colorear el vino de rojo.

Japón e Israel importan grandes cantidades de granos de sorgo para utilizarlos como alimento para pollos, cerdos y vacunos. Israel consigue la mayoría del sorgo de los Estados Unidos de Norteamérica. Japón importa grano de sorgo de ese país, Argentina, Australia y Tailandia. En otros países utilizan el sorgo para elaboración de bebidas alcohólicas y otras formas alimenticias según las costumbres (Ochoa y Pineda, 2013).

Según Guzmán y López (2015), el sorgo es uno de los cereales que por años ha sido y seguirá siendo el más utilizado para la alimentación animal ya sea su forraje y su grano aunque actualmente se utiliza también en la alimentación humana para la elaboración de productos farináceos se pueden elaborar muchos productos alimenticios, ya sea en combinación con harinas de otros cereales (harinas compuestas), utilizando harina de sorgo pura, sin mezclas, los productos que se elaboran son pan, pastas, cereales para desayuno y galletas entre otros.

Tabla 4

Productos obtenidos de la molienda del grano de sorgo y sus usos

Producto	Uso actual	Uso potencial
Harina	Panificación (panes tradicionales), bebidas (atoles y refrescos), tortillas	Snacks, bebidas, pastas alimenticias, cereales para desayuno, etc.
Afrecho o pulimento	Concentrado para animales	Elaboración de pan con fibra dietética, elaboración de suplementos nutricionales con fibra, extracción de compuestos antioxidantes.

Nota: Recuperado de Ochoa, K y Pineda, A (2013). Elaboración y evaluación de una bebida fortificada y saborizada para la población infantil a base de harina de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. moench) variedad RCV.

1.1.2 La piña (*Ananas comosus*).

1.1.2.1 Generalidades de la piña.

La piña (*Ananas comosus L.*) originaria de Sudamérica, específicamente de Brasil, con una larga tradición en nuestro país y considerado en muchos países como uno de los frutos más exquisitos y exóticos (CEFP, 2002). En los últimos años ha adquirido una relevancia significativa debido a la importancia que tiene en la región del bajo papaloapan y por ser una fuente de empleo importante en los procesos de producción y comercialización del fruto fresco, asimismo en el proceso de industrialización (CEFP, 2002).

La piña es la que mayor industrialización puede desarrollar por ser transformada en jugo concentrado, trozos y rebanadas (CNSPP, 2010). Para su consumo en fresco es considerada como una buena alternativa, por ofrecer un sabor exótico y poseer un alto contenido en vitamina A y C, además de fibra y propiedades diuréticas (COVECA, 2010). La piña es una planta natural de los trópicos americanos y pertenece a la familia de las bromelias. Aunque la planta tiene un gran valor ornamental, su fruta es considerada una de las más exquisitas y exóticas que se producen en el mundo (Velasategui et al., 2013).

La piña es un fruto no climatérico, es decir, no continúa madurando después de la cosecha, sin embargo su color verde puede cambiar a un color más claro o amarillento debido a que la clorofila continúa degradándose (Arias y Toledo 2000). Su pulpa puede ser amarilla, anaranjada o blanca, dependiendo de la variedad, tiene un sabor agridulce cuando está bien madura y un poco ácido al inicio de su madurez comercial. La acidez disminuye después de ser cosechada lo que en ocasiones mejora su sabor cuando su contenido de azúcares es apropiado (Cerdas y Montero, 2005).

La mayoría de los suelos donde se cultiva la piña son de naturaleza ácida, al presentar este cultivo un sistema radical poco profundo, los suelos ideales para su desarrollo son ricos en materia orgánica, de excelente permeabilidad y con una alta disponibilidad nutricional. No obstante los factores más determinantes para seleccionar los suelos para el cultivo de piña son el pH que debe oscilar entre 4,5 a 5,5 y de un drenaje natural con una adecuada infiltración básica (Meléndez y Molina, 2001). La compactación del suelo está asociada a la utilización de maquinaria en los procesos de siembra y cosecha del cultivo o ambos, maquinaria que por su peso va produciendo la compactación de la capas de suelo, haciendo necesaria la utilización de maquinaria para abrir los surcos al período de siembra siguiente, desarrollándose un círculo vicioso (Cerdas y Montero, 2005).

Los países con mayor producción de piña son: Hawái, México, Costa Rica, Brasil, Kenia, Filipinas, entre otros. Siendo los países con mayores exportaciones Filipinas, Costa de Marfil, Costa Rica y República Dominicana (Domínguez, 2004).

La piña pertenece a la familia de las bromeliaceae, que comprende 46 géneros y 1,900 especies. Las variedades de piña más cultivadas a nivel mundial son del género *Ananás Comosus* L. Merril. y en menor grado, producciones de *Ananás Sativa* Lindl. (UTEPI, 2006).

El componente mayoritario de las frutas es el agua, que constituye en general entre el 75 y el 90% del peso fresco de la porción comestible. Le siguen en importancia cuantitativa los azúcares, con porcentajes que oscilan entre el 5 y el 18%, polisacáridos y ácidos orgánicos entre el 0,5 y el 6%. (Martínez, 2003).

1.1.2.2 Taxonomía.

Según Avelino, et al., (2009), la clasificación taxonómica de la piña es:

Reyno	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Sub clase	: Commelinidae
Orden	: Poales
Familia	: Bromeliaceae
Género	: Ananas
Especie	: Ananas comosus

1.1.2.3 Descripción botánica.

Tallo: crece longitudinalmente después de 12 a 24 meses, es corto y robusto.

Hojas: miden 30-100cm de largo, tienen bordes lisos o espinosos.

Flores: de color rosa y tres pétalos que crecen en las axilas de unas brácteas verdes o rojas apuntadas.

Fruto: las flores dan fruto sin necesidad de fecundación, es decir se autofecunda de manera asexual. (Avelino et al., 2009)

Las características principales de la planta productora de piña son: altura promedio de 1 a 2 metros en su etapa adulta, ancho de 1 a 2 metros en etapa adulta, y está formado principalmente por el tallo, la corona y sus retoños, como se muestra en la figura 3.

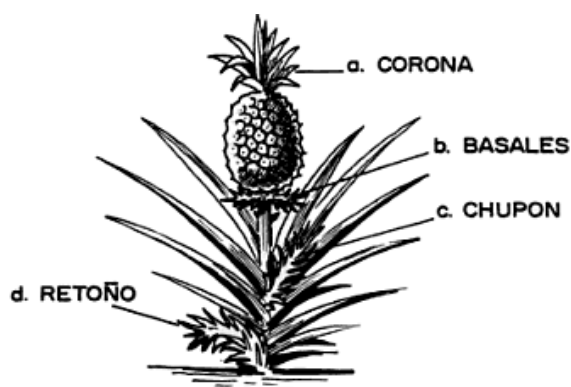


Figura 3. Partes de la piña. Recuperado de Avelino, W (2009).

El fruto es generalmente cilíndrico o ligeramente cónico de 2,5 kilogramos aproximadamente, que comprende alrededor de 100-200 bayas o frutos pequeños de 2,5 centímetros de diámetro fusionados alrededor del eje central o corazón (Ferreira, 2011).

1.1.2.4 Composición química y valor nutricional.

La piña presenta una variación muy grande en su composición química, de acuerdo con la época en la que se produce. De manera general su producción ocurre en verano, éstas frutas presentan mayor cantidad de azúcares y menor acidez que aquellas producidas fuera de temporada, cuando la temperatura ambiente es baja (Quinde y Sánchez, 2013).

Nutritionalmente la parte comestible de la piña está constituida principalmente por un 85-90 por ciento de agua y de 8 a 10% de azúcares de los cuales dos terceras partes se encuentran en forma de sacarosa y el resto como glucosa y fructosa (Olivares, 2003). Prácticamente no contiene almidón y su contenido de proteínas y grasa es muy baja.

Contiene 0.6 a 0.9 % de ácidos de los cuales el 87 % es ácido cítrico y el resto ácido málico (Arias y Toledo, 2000).

El valor nutricional de la fruta depende principalmente de sus azúcares solubles, vitaminas y sales minerales contenidas en el mismo, ya que los niveles de proteínas y lípidos son relativamente bajos. La acidez del fruto varía mucho según la variedad, el estado de maduración de la fruta y otros factores. En cuanto a la composición de los ácidos, los más comunes y abundantes son el ácido cítrico y el ácido málico (Quinde y Sánchez, 2013).

En cuanto a los azúcares, representan una fracción muy importante de la parte comestible de la fruta. Entre los azúcares predomina la sacarosa 66% y 34% de azúcares reductores, glucosa y fructosa. Las vitaminas se encuentran presentes en gran número, aunque en pequeñas cantidades. Las cenizas, que tienen 0,4 a 0,6% de peso total, son ricos en álcalis, principalmente en potasio, le siguen el magnesio y el calcio, generalmente en partes iguales (Quinde y Sánchez, 2013).

La piña es un fruto rico en vitamina C y buena fuente de vitaminas B1, B2 y B6. Se considera un alimento digestivo debido a que contiene bromelina, una enzima proteolítica que es utilizada como ablandador de carnes (Arias y Toledo, 2000).

En términos generales se presenta en la tabla 5, la composición química de la piña.

Tabla 5***Composición promedio de la piña (g en 100 g de muestra)***

Componentes	Unidades	Valor por cada 100g
Energía	Kcal	45
Humedad	g.	86
Proteína	g.	0,5
Lípidos	g.	0,12
Carbohidratos	g.	11,5
Fibra	g.	1,2
Calcio	mg.	12
Fósforo	mg.	11
Hierro	mg.	0,5
Magnesio	mg.	14
Sodio	mg.	3
Potasio	mg.	250
Ácido fólico	µg.	11
Vitamina C	mg.	20
Vitamina E	mg.	0,1
Vitamina A	µg.	13
Tiamina (Vitamina B1)	mg.	0,04
Riboflavina (Vitamina B2)	mg.	0,03
Niacina (Vitamina B3)	mg.	0,3

Nota: Recuperado de UTEPI (2006). Estudio Agroindustrial en el Ecuador: Competitividad de la Cadena de Valor y Perspectivas de Mercado

1.1.2.5 Caracterización de la fibra de piña.

Según Paz (2015) la fibra de piña presenta las siguientes componentes en su fibra y esta se caracteriza sensorialmente como se indica en la tabla 7.

Tabla 6

Composición de la fibra de piña (g/100g de alimento)

Alimento	Celulosa	Polisacáridos no celulósicos		Lignina	Total
		Solubles	Insolubles		
Piña	0,3	0,1	0,3	0,1	0,8

Nota: Recuperado de Paz, M (2010). Determinación del contenido de fibra dietética en dos variedades de piña (Golden sweet y Ananás comosus) considerando el estado fisiológico y las condiciones agroecológicas.

Tabla 7

Características sensoriales de la fibra de piña

Atributos	Fibra de piña
Olor	Dulce, a melaza, a piña, a aromática.
Color	Tonos café claro, café oscuro, beige, poco amarillo.
Sabor	Acido, ligeramente dulce.
Aroma	Muy dulce, ácido, a piña madura, a melaza, ligeramente amargo.
Textura visual	Partículas irregulares, pequeñas y medianas, dura, seca, polvorienta y granulosa.
Textura de composición	Seca.
Textura mecánica	Dura.

Nota: Recuperado de Paz, M (2010). Determinación del contenido de fibra dietética en dos variedades de piña (Golden sweet y Ananás comosus) considerando el estado fisiológico y las condiciones agroecológicas.

1.1.3 Fibra dietética.

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

La American Association of Cereal Chemist (2001) define: "la fibra dietética es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de la planta. Las fibras dietéticas promueven efectos beneficiosos fisiológicos como el laxante, y/o atenúa los niveles de colesterol en sangre y/o atenúa la glucosa en sangre" (González, 2006).

1.1.3.1 Clasificación de la fibra dietética.

Existen diversas formas de clasificar a la FD, la formas más utilizada se basa en la solubilidad en agua de sus diferente constituyentes, de esta forma, la FD se divide en fibra dietética soluble (FDS) y en fibra Dietética (FDI), las cuales presentan diferentes características química y por lo tanto efectos fisiológicos distintos. De esta forma, la fibra dietética total (FDT) corresponde a la suma de la FDS + FDI (Gonzáles, 2013).

1.1.3.2 Fibra dietética soluble.

La fibra soluble (FDS) forma una dispersión en agua; la cual conlleva a la formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal, que tienen la propiedad de retardar la evacuación gástrica, puede ser saludable en algunos casos, haciendo más eficiente la digestión y absorción de alimentos y generando mayor saciedad. Este tipo de fibra es altamente fermentable y se asocia con el metabolismo de carbohidratos y lípidos. Esta fibra se encuentra en altas concentraciones en frutas y algas marinas (Matos, 2010).

Este tipo especificado de fibra está integrado por pectinas, β -glucanos, gomas, fructanos (inulina, fructooligosacáridos), mucilagos, algunos tipos de hemicelulosas y de almidones resistentes (Gonzáles, 2013).

1.1.3.3 Fibra dietética insoluble.

La fibra insoluble (FDI) aumenta el volumen de las heces hasta 20 veces su peso, debido a su capacidad de retención de agua, y se relaciona con la protección y alivio de algunos trastornos digestivos como estreñimiento y constipación (González, 2013).

Tabla 8

Clasificación de la Fibra Dietética (FD) en base a sus constituyentes

Clasificación		Constituyentes	
		FDS	FDI
Polisacáridos	no	Hemicelulosa	Celulosa
almidonosos	y	Polifruktosas	Arabinoxilanos y
Oligosacáridos		Inulina	Arabinogalactanos
resistentes		Oligofruktanos	
		Galacto-olisacáridos	
		Pectinas	
		Gomas	
		Mucílagos	
Carbohidratos			Almidón resistente
Análogos			Dextrinas indigestibles
			Maltodextrinas y dextrinas
			Polidextrosa
			Metielulosa
			Hidroxipropilcelulosa
Sustancias		Fitatos	Ceras
asociadas	al	Saponinas	Cutina
complejo	de		Suberina
polisacáridos	no		Lignina
almidonosos	y		Ácido Fítico
Lignina			Taninos

Nota: Priego, M. (2007). Obtención de Fibra Dietética a Partir de Sáculos de Naranja aplicando un tratamiento con Vapor.

La FDI está integrada por sustancias (celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón resistente) que retienen poca agua y se hinchan poco. Este tipo de fibra predomina en alimentos como el salvado de trigo, granos enteros, algunas verduras y en general en todos los cereales (González, 2013).

1.1.3.4 Recomendaciones de Ingesta de fibra dietética.

No se han establecido unas recomendaciones específicas del consumo de fibra dietética. Para los adultos se sugiere un aporte entre 20-35g/día o bien aproximadamente de 10-14 g de fibra dietética por cada 1.000 kcal. En los niños mayores de dos años y hasta los dieciocho, se recomienda el consumo de la cantidad que resulte de sumar 5 g/día a su edad. De esta manera, a partir de los 18 años alcanzaría el consumo adecuado de un adulto (González, 2006).

De forma general, la fibra consumida debe tener una proporción de 3/1 entre insoluble y soluble. Son alimentos ricos en fibra insoluble la harina de trigo, el salvado, guisantes, repollo, vegetales de raíz, cereales y frutas maduras (González, 2006).

1.1.3.5 Composición de la fibra dietética.

Cerca del 75% de la fibra dietética en los alimentos está presente en la forma de fibra insoluble, sin embargo, la mayoría de las fuentes de fibra en la actualidad son mezclas de ambas fibras, insolubles y soluble (Matos, 2010).

1.1.3.6 Efectos adversos de la fibra.

La fermentación de la fibra por las bacterias anaerobias en el colon, puede producir: flatulencia, distensión abdominal, meteorismo y dolor abdominal. Se recomienda que el consumo de fibra se realice de forma gradual para que el tracto gastrointestinal se vaya adaptando.

Se han descrito algunos casos de obstrucción intestinal y de formación de fito bezoares con la ingestión de dosis altas de fibra no fermentable (Escudero, 2006).

1.1.4 Las Galletas.

1.1.4.1 Generalidades.

Las galletas (del francés *galette*) son productos de bollería/pastelería por su composición y forma de elaboración, pero por su importancia en la alimentación y la gran variedad de productos que abarcan se consideran una categoría independiente, diferenciándose fundamentalmente por su bajo contenido en agua (Guzmán y López, 2015).

Una galleta es un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, agua, grasa y huevos. Es uno de los productos más consumidos por la población mundial y constituye un alimento tradicional cuya elaboración se ha llevado a cabo de manera artesanal durante mucho tiempo.

La harina tradicionalmente (o comúnmente) usada para la preparación de galletas está hecha de trigo de la especie *Triticum aestivum*, que da como resultado harinas más débiles, con gluten incapaz de almacenar CO₂ y aumentar el volumen. Sin embargo, es mucho más extensible, lo que permite proporcionar diversas formas a las galletas. El azúcar utilizado es la sacarosa, un disacárido no reductor que proporciona el sabor dulce al alimento aunque se puede añadir jarabes de sacarosa o almidón para endulzar agua (Guzmán y López, 2015).

Las galletas con más cantidad de grasa deben protegerse de la luz debido a su fácil oxidación, ya que ésta puede enranciar el producto (lo que se aminora añadiendo grasas trans). Por último, se suele añadir leche en polvo y sal para potenciar el gusto y agentes esponjosos como las sales inorgánicas para expandirlo (Mosquera, 2009).

1.1.4.2 Definición.

Las galletas son productos elaborados en base de cereal molido, ya sea que contenga o no carbohidratos edulcorantes, pero que excluye a los bizcochos o al pan. Las galletas son los productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de masas preparadas con harinas, con o sin leudantes, leche, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas y debidamente autorizados (Norma técnica peruana 206.0001-03, 1992).

1.1.4.3 Clasificación.

Según Norma técnica peruana 206.0001-03 (1992), las galletas se clasifican en:

1.1.4.3.1 Por su Sabor.

- Saladas
- Dulces
- Sabores especiales

1.1.4.3.2 Por su presentación.

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

1.1.4.3.3 Por su forma de comercialización.

- Galletas Envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeña cantidad.

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

1.1.4.4 Formulación.

Los requisitos para la fabricación de galletas según Norma técnica peruana 206.0001-03 (1992) son los siguientes:

- Deben fabricarse a partir de materias sanas y limpias, exentes de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.
- Es permitido el uso de colorantes naturales y artificiales conforme a la Norma Técnica Nacional 22: 01-003. Aditivos alimentarios. Colorantes de uso permitido en alimentos.
- Requisitos fisicoquímicos:

Humedad	máximo 12%.
Cenizas totales	máximo 3%.
Índice de peróxido	máximo 5 meq/kg.
Acidez expresada en ácido láctico	máximo 0,1%.

1.1.5 Evaluación sensorial.

1.1.5.1 Definición.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. (Anzaldúa, 1994).

La evaluación sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Watts et al., 2001).

1.1.5.2 Clasificación.

Las pruebas sensoriales han sido descritas y clasificadas de diferentes formas; la clasificación estadística de las evaluaciones sensoriales las dividen en pruebas paramétricas y no paramétricas, de acuerdo al tipo de datos obtenidos con la prueba. Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto), en base al objetivo de la prueba.

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como “pruebas orientadas al consumidor”. Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto” (Watts et al., 2001).

1.1.5.3 Pruebas orientadas al consumidor.

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas.

1.1.5.3.1 Pruebas de preferencia.

Las pruebas de preferencia les permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia.

1.1.5.3.2 Pruebas de aceptabilidad.

Pruebas de Aceptabilidad.- Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores.

1.1.5.3.3 Pruebas Hedónicas.

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

1.1.5.3.4 Pruebas orientadas a los productos.

Las pruebas orientadas a los productos, utilizadas comúnmente en los laboratorios de alimentos, incluyen las pruebas de diferencias, pruebas de ordenamiento por intensidad, pruebas de puntajes por intensidad y pruebas de análisis descriptivo.

1.1.5.3.4.1 Pruebas de diferencia.

Las pruebas de diferencia se diseñan para determinar si es posible distinguir dos muestras entre sí, por medio de análisis sensorial.

1.1.5.3.4.2 Prueba de ordenamiento para evaluar intensidad.

En las pruebas de ordenamiento por intensidad, se requiere que los panelistas ordenen las muestras de acuerdo a la intensidad perceptible de una determinada característica sensorial. Este tipo de pruebas se puede utilizar para obtener información preliminar sobre las diferencias de productos o para seleccionar panelistas según su habilidad para discriminar entre las muestras con diferencias conocidas.

Las pruebas de ordenamiento pueden indicar si existen diferencias perceptibles en la intensidad de un atributo entre diferentes muestras, aunque no dan información sobre la magnitud de la diferencia entre dos muestras.

1.1.5.3.4.3 Pruebas de evaluación de intensidad con escalas.

En las pruebas de evaluación de intensidad, se requiere que los panelistas evalúen la intensidad perceptible de una característica sensorial de las muestras, pero a diferencia de las “pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad”; éstas pruebas utilizan escalas lineales o escalas categorizadas, logrando medir la magnitud de la diferencia entre las muestras de acuerdo al mayor o menor grado de intensidad de una característica.

1.1.5.3.4.4 Pruebas descriptivas

Las pruebas descriptivas son similares a las pruebas de evaluación de intensidad, excepto que los panelistas deben evaluar la intensidad de varias características de la muestra en vez de evaluar sólo una característica (Watts et al., 2001).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar la presente investigación sobre Formulación y evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de galletas con fibra dietética de piña (*Ananas comosus*) y harina de sorgo (*Sorghum vulgare*) para personas celíacas, se tomaron como base los materiales, equipos, y procedimiento descritos a continuación; así mismo se estableció el porcentaje a utilizar de fibra de piña, hasta obtener una formulación aceptada por el consumidor, lo cual se determinará en base a Pruebas Hedónicas de escala de 9 puntos.

2.1 Área de ejecución

La investigación se desarrolló en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, en los laboratorios de Tecnología de Alimentos, Control de Calidad de Alimentos, Físico química y Química orgánica.

2.2 Tipo de investigación

Investigación experimental.

2.3 Universo y muestra

2.3.1 Universo

Harina de sorgo que se comercializa en Mochoqueque y fibra dietética residual de piña que se produce en las juguerías del mercado Modelo de Lambayeque.

2.3.2 Muestra

La muestra estará constituida por 5 Kg. de harina de sorgo y 3 Kg. de fibra dietética de piña, los mismos que serán acondicionados de forma correcta para los tratamientos posteriores.

2.4 Variable de estudio

2.4.1 Variable dependiente.

2.4.1.1 *Valor nutricional.*

- Porcentaje de proteína total (N*6,25)
- Energía total, kcal/100g

2.4.1.2 *Características sensoriales.*

- Apariencia
- Olor
- Sabor
- Textura

2.4.2 Variables independientes.

Porcentaje de fibra de afrecho de piña (5%, 10%, 15%, 20%)

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1 Equipos y materiales de laboratorio.

2.5.1.1 Equipos.

- Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.
- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.
- Congeladora Faeda.
- Estufa marca Memmertelectric tipo IR-202.
- Extractor tipo Soxhlet.
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- Refrigerador OLG.
- Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.
- Estufa
- Equipo de titulación

2.5.1.2 Materiales.

- Agitador de vidrio.
- Buretas de 25 y 50 ml
- Crisoles
- Cronómetro.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudos de vidrio y porcelana
- Fiolas de 50, 100, 250 y 500 ml

- Juego de tamices N° 20. 40 y 60
- Equipo de titulación

2.5.2 Reactivos y soluciones.

- Ácido acético Q.P.
- Agua destilada
- Azul de Metileno en polvo
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Acetato de sodio Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.
- Almidón soluble.
- Ácido Ascórbico grado reactivo
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4.5
- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5.0
- Cloruro de sodio Q.P.
- Etanol 96% v/v
- Glucosa anhidra grado reactivo
- Hexano Q.P.
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Solución de Yodo 1%

- Tiosulfato de sodio 5H₂O Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

2.5.3 Método de análisis.

2.5.3.1 Análisis físico químico.

Los métodos de análisis físicos químicos que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Tabla 9

Métodos de determinación físico químicos

Análisis		Método	Nombre del método
Determinación de Humedad	de	AOAC (2005)	Secado con estufa.
Determinación de Grasa		AOAC (2005)	Método Soxhlet.
Determinación de Proteínas	de	AOAC (2005)	Método Kjeldahl
Determinación de Ceniza		AOAC (2005)	Método por calcinación
Determinación de fibra cruda		AOAC (2005)	Método Henneberg
Extracto libre de nitrógeno		Por diferencia	

Nota: Elaboración propia

2.5.3.2 Análisis microbiológicos.

Los métodos de análisis microbiológicos que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Tabla 10***Métodos de análisis microbiológicos***

Análisis	Método	Nombre del método
Materia prima		
Determinación de Salmonella	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Recuento de mohos	ICMSF (1983)	Cultivo directo en placa: Determinación de crecimiento Micelial (Mohos)
Determinación de Escherichia coli	984.13 AOAC (2005)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Numeración de hongos	ICMSF (1983)	Microscopia 40x, 100x, 400x

Nota: Lab. De Microbiología- Facultad de Ciencias Biológicas- UNPRG

2.5.3.3 Evaluación organoléptica.

Se efectuará teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Color y Textura, para lo cual se utilizará una escala hedónica de 9 puntos (me gusta muchísimo – me disgusta muchísimo), los que serán evaluados por panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994).

Escala Hedónica de nueve puntos

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4

Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

2.6 Metodología Experimental

2.6.1 Caracterización de la Materia Prima.

2.6.1.1 Análisis físico químico.

La caracterización de las materias primas consistió en: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, ceniza, extracto libre de nitrógeno y acidez. Las muestras fueron trabajadas con tres repeticiones (tabla 9).

2.6.1.2 Análisis microbiológico.

Se hizo de acuerdo a lo indicado en el tabla 10.

2.6.2 Obtención de la galleta de harina de sorgo con fibra de piña y evaluación de los tratamientos.

2.6.2.1 Obtención de la galleta de harina de sorgo con fibra de piña.

Se experimentó con harina de sorgo y diferentes porcentajes de fibra de piña como se indica en la figura 4. Las operaciones con la finalidad de obtener una galleta para celíacos con características nutricionales y organolépticas apropiadas son las que se describen a continuación:

2.6.2.1.1 Recepción de materia prima e insumos.

Las materias primas e insumos serán evaluadas, con la finalidad de evitar posteriores inconvenientes en el proceso.

2.6.2.1.2 Pesado.

Se pesará en función a los tratamientos cada una de las materias primas e insumos.

2.6.2.1.3 Mezclado I (Cremado).

La manteca vegetal, el azúcar y el agua se mezclarán hasta obtener una crema, quedando la mayor parte del azúcar disuelto.

2.6.2.1.4 Mezclado II.

A la crema obtenida de la operación anterior se le añadirá la sal, el emulsificante y la leche en polvo descremada; se mezclará hasta obtener una crema espesa pero homogénea.

2.6.2.1.5 Mezclado III y Amasado.

Posteriormente se añadirá a la mezcla la harina de fibra de piña, la harina de sorgo, el antimoho y el leudante; se mezcló y se amasó, luego se añadirá el resto del agua hasta alcanzar la consistencia deseada de la masa.

2.6.2.1.6 Laminado.

La masa se laminó con un rodillo dándole un espesor hasta 0,5 cm.

2.6.2.1.7 *Cortado.*

La masa se cortó en piezas circulares usando un molde de metal de 2,0 cm de diámetro.

2.6.2.1.8 *Horneado.*

La masa se colocó en bandejas metálicas y se horneó a 140 °C por 8 minutos.

2.6.2.1.9 *Envasado.*

Las galletas se envasaron en bolsa de polipropileno.

2.6.2.1.10 *Almacenado.*

Las galletas empacadas se almacenaron a temperatura ambiente dentro de cajas de cartón corrugado.

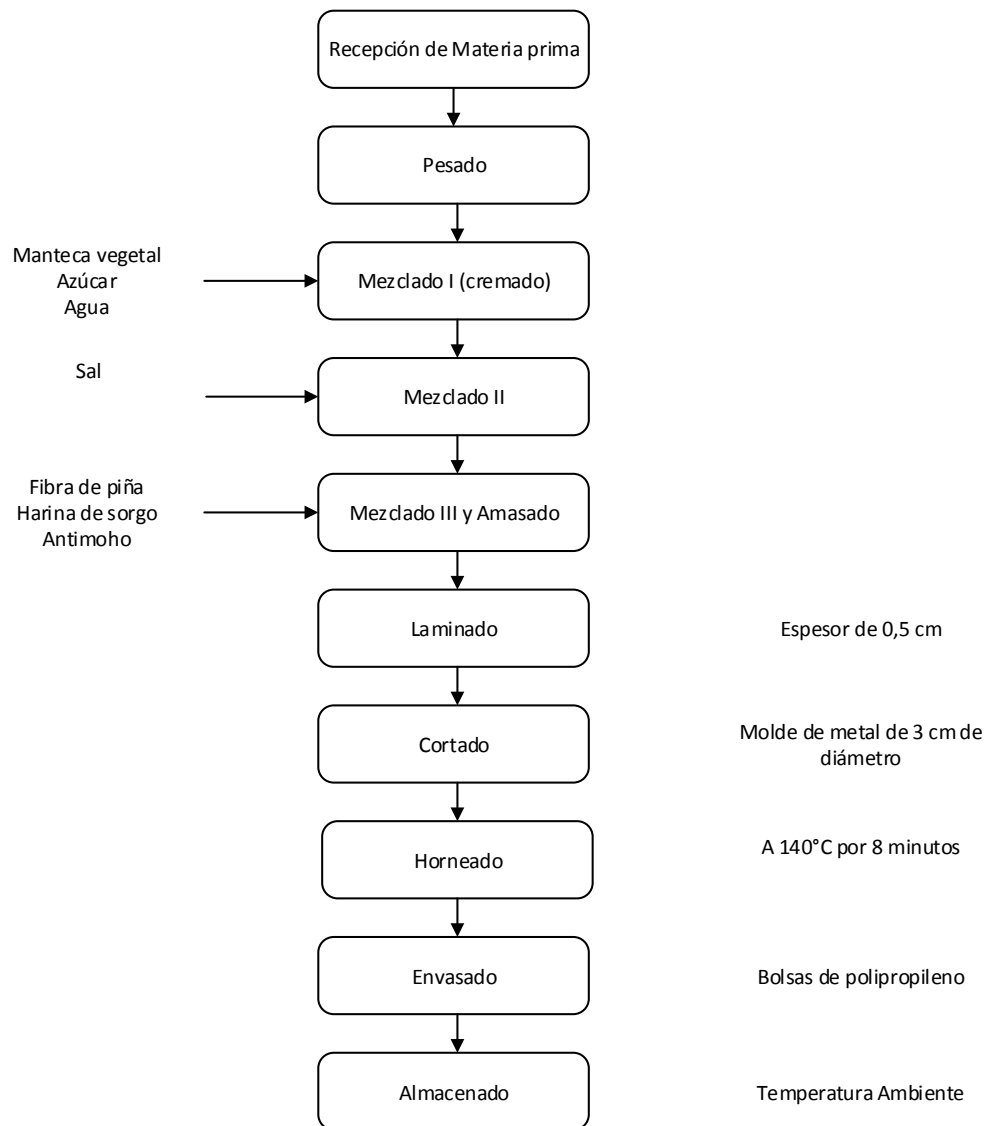


Figura 4. Diagrama de bloques para la obtención de galletas para celíacos. Elaboración propia.

2.6.2.2 Evaluación de los tratamientos.

2.6.2.2.1 Evaluación organoléptica.

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Apariencia y Textura, los que serán determinados mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de nueve categorías (Me Gusta Muchísimo (9) – Me Disgusta Muchísimo (1), empleando para esta prueba panelistas semi-entrenados (Anzaldua, 1994) y el formato se muestra en el anexo 3.

2.6.2.2.2 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos serán evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de tukey para determinar la diferencia existente entre las formulaciones. . Se empleó el software estadístico SPSS versión19.

La evaluación de aceptabilidad serán determinados mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de nueve categorías (Me Gusta Muchísimo 9 – Me Disgusta Muchísimo 1), empleando para esta prueba panelistas semi-entrenados.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

E_{ij} =Variable respuesta observada

μ =Media general

α_i =Efecto del i-ésimo nivel

ϵ_{ij} =Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

Tabla 11

Análisis de varianza para los tratamientos

F.V.	G.L.
Tratamientos	4
Error	145
Total	149

Nota: Elaboración Propia

2.6.3 Caracterización del producto obtenido.

2.6.3.1 Caracterización fisicoquímica.

La caracterización de la galleta se realizará de acuerdo a los análisis indicados en el tabla 9.

2.6.3.2 Análisis microbiológico.

Se realizaron siguiendo los métodos de análisis recomendados por la ICMSF (1983), los mismos que se indican en el tabla 10.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Caracterización de las materias primas

3.1.1 Análisis físico químico.

La harina de sorgo y fibra de piña fueron caracterizadas mediante análisis físico químico, cuyos resultados y desviación estándar son mostrados en la tabla 9, donde los mismos son el promedio de tres repeticiones.

Así mismo podemos observar que los valores obtenidos para la harina de sorgo difieren de los reportados por Chacchi (2009), humedad 7,71%, proteína 8,73%, carbohidratos 65,45%, grasa 3,79% y ceniza 2,81%; para la fibra de piña valores por debajo de los reportados por Dueñas (2015), humedad 12%, proteínas 4,5%, carbohidratos 84,5%, grasa 0,6% y ceniza 1,2%.

Además, podemos observar que los componentes que más destacan son los extractos libres de nitrógeno, harina de sorgo (75,52%) y fibra de piña (83,26%).

Tabla 12

Resultado de Análisis físico químico de la harina de sorgo

Análisis	Harina de sorgo
Humedad, %	10,2
Proteína Total (N*6,25), %	6,38
Extractos libres de nitrógeno, %	73,52
Grasa, %	3,9
Fibra, %	6,9
Ceniza, %	3
Sólidos totales	89,8

Nota: Elaboración propia

Tabla 13***Resultado de Análisis físico de la fibra de piña***

Análisis	Fibra de piña
Humedad, %	11,25
Proteína Total (N*6,25), %	3,99
Extractos libres de nitrógeno, %	84,01
Grasa, %	0,3
Fibra, %	0,75
Ceniza, %	0,45
Sólidos totales, %	88,75

Nota: Elaboración propia

En las tablas 14 y 15 se muestran los valores máximos, mínimos y desviación estándar para cada tipo de análisis.

Tabla 14***Estadísticos descriptivos para los análisis de la harina de sorgo***

Análisis	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Agua	3	9,80	10,5	10,2333	0,37859
Proteínas	3	6,14	6,67	6,3833	0,26764
Carbohidratos	3	76,46	76,6	76,5200	0,07211
Grasa	3	3,78	3,98	3,8833	0,10017
Fibra	3	6,82	6,97	6,9033	0,07638
Cenizas	3	2,91	3,17	3,0433	0,13013

Nota: Elaboración propia

Tabla 15***Estadísticos descriptivos para los análisis de la fibra de piña***

Análisis	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Agua	3	11,19	11,31	11,2533	0,06028
Proteínas	3	3,87	4,13	3,9933	0,13051
Carbohidratos	3	83,91	84,11	84,0133	0,10017
Grasa	3	0,25	0,36	0,3000	0,05568
Fibra	3	0,72	0,80	0,7467	0,04619
Cenizas	3	0,42	0,50	0,4500	0,04359

Nota: Elaboración propia

3.1.2 Análisis microbiológico.

En la tabla 16 se muestran los resultados del análisis microbiológico de las materias primas en la formulación de las galletas de harina de sorgo con fibra de piña, donde para los granos se realizaron la presencia de mohos y para la fruta la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* respectivamente basados en la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).

En la referida tabla se observar que las materias primas presentan microorganismos pero en valores inferiores a los establecidos por la norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).

Cabe resaltar que este análisis se realizó el mismo día de adquisición de las muestras.

Tabla 16***Análisis microbiológicos de las materias primas***

Determinaciones	Materias primas		Dato referencial (*)
	Harina de sorgo	Fibra de piña	
<i>Escherichia coli</i>	-	-	<10 ²
Mohos	1.9 x 10 ³ ufc/g.	2.4 x 10 ² ufc/g.	< 10 ⁴
<i>Salmonella</i>	-	-	Ausencia ufc/25g.

(*) Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

3.2 Obtención de las galletas y evaluación de los tratamientos

3.2.1 Obtención del producto.

En la figura 6 se muestran las operaciones y parámetros tecnológicos para la obtención de las galletas a partir de harina de sorgo y fibra de piña.

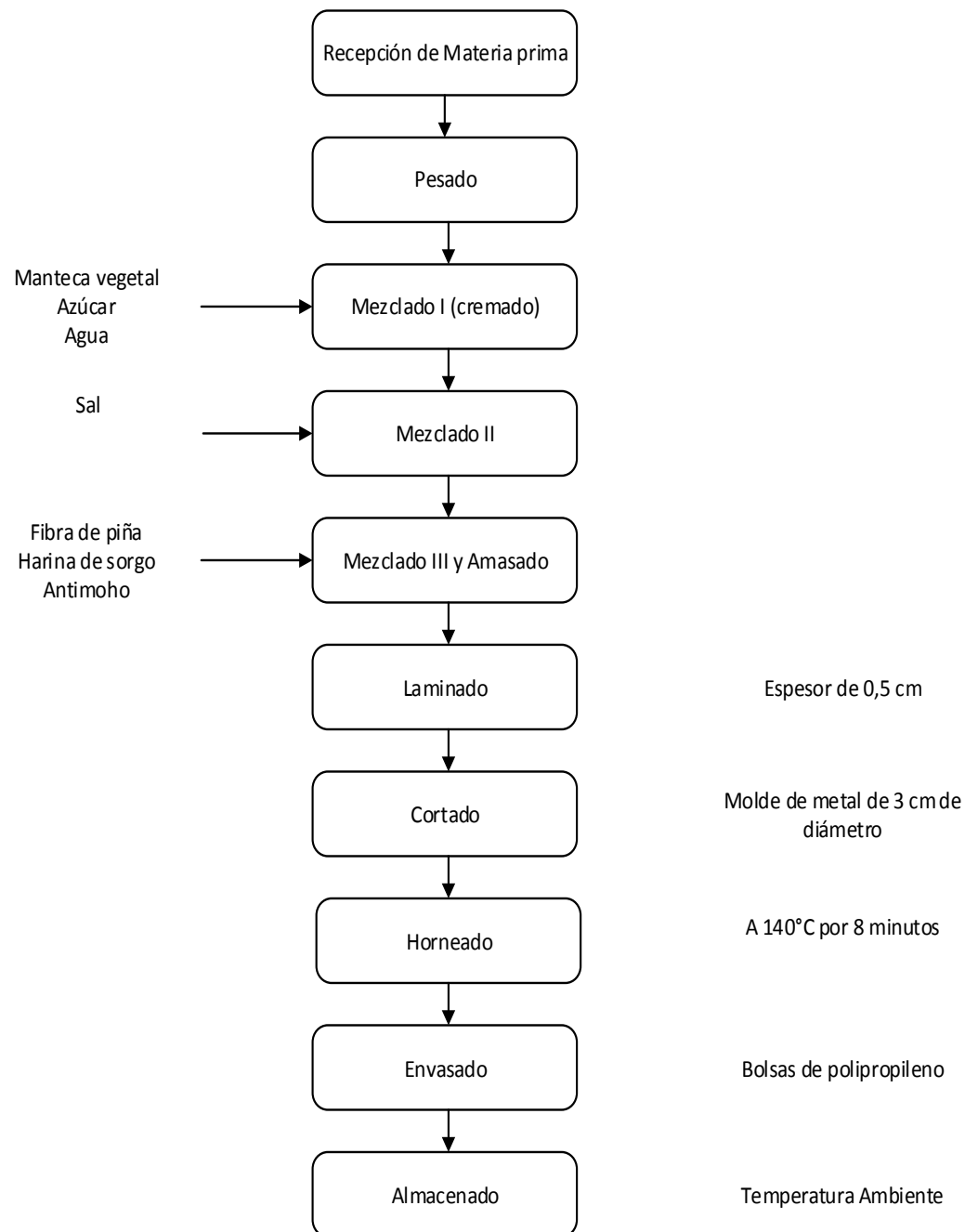


Figura 5: Flujo de Operaciones para la obtención de galletas con harina de sorgo y fibra de piña.
Elaboración propia

3.2.2 Evaluación de los tratamientos.

3.2.2.1 Evaluación organoléptica.

Los resultados de la evaluación organoléptica de las formulaciones para la obtención del alimento tipo compota (se muestran en el anexo 5), fueron analizados estadísticamente obteniéndose los resultados que se detallan a continuación:

3.2.2.1.1 Variable Aroma.

La hipótesis planteada fue:

H₀: Las medias de las muestras del Aroma son Iguales

H₁: Las medias de las muestras del Aroma no son Iguales

Nivel significancia de $\alpha = 0.05$

Tabla 17

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Aroma

ANOVA					
Aroma de galleta					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18,520	3	6,173	5,319	,002
Dentro de grupos	227,480	196	1,161		
Total	246,000	199			

Nota. Elaboración propia

Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se rechaza H₀ por lo tanto se concluye que el olor entre los tratamientos 5%FP95%HS, 10%FP90%HS, 15%FP85%HS Y 20%FP80%HS es diferente; pero no se sabe entre cuales por lo que se aplicó una prueba de comparación de medias.

Tabla 18

Prueba de comparación de medias

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Olor de galleta						
HSD Tukey						
(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
5%FP95%HS	10%FP90%HS	,440	,215	,176	-,12	1,00
	15%FP855HS	,460	,215	,146	-,10	1,02
	20%FP80%HS	-,260	,215	,623	-,82	,30
10%FP90%HS	5%FP95%HS	-,440	,215	,176	-1,00	,12
	15%FP855HS	,020	,215	1,00	-,54	,58
	20%FP80%HS	-,700*	,215	,007	-1,26	-,14
15%FP855HS	5%FP95%HS	-,460	,215	,146	-1,02	,10
	10%FP90%HS	-,020	,215	1,00	-,58	,54
	20%FP80%HS	-,720*	,215	,005	-1,28	-,16
20%FP80%HS	5%FP95%HS	,260	,215	,623	-,30	,82
	10%FP90%HS	,700*	,215	,007	,14	1,26
	15%FP855HS	,720*	,215	,005	,16	1,28

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Elaboración propia

Tabla 19

Prueba de comparación de medias de tukey

Olor de galleta			
HSD Tukey ^a			
Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
15%FP855HS	50	6,30	
10%FP90%HS	50	6,32	
5%FP95%HS	50	6,76	6,76
20%FP80%HS	50		7,02
Sig.		,146	,623

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 50.000.

Nota: Elaboración propia

Concluyendo de la comparación de medias que existen diferencias entre los tratamientos aplicados, siendo 20%FP80%HS el mejor.

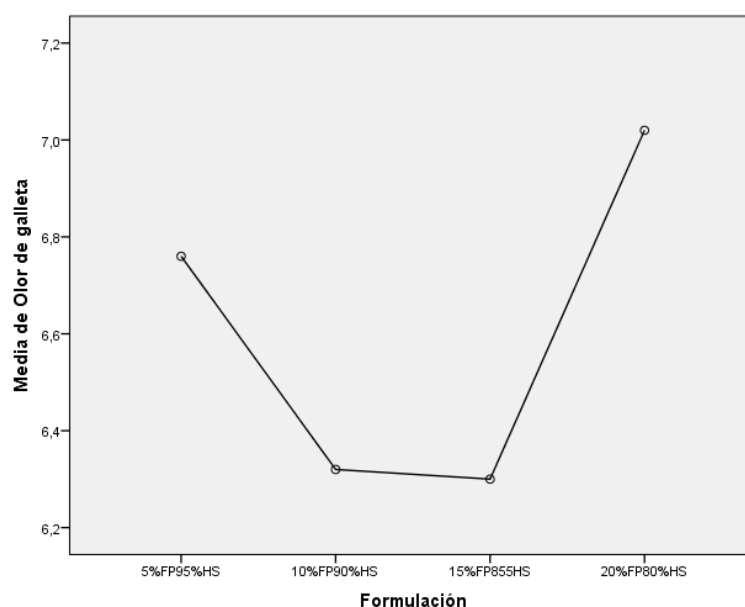


Figura 6. Comparación de medias para aroma. Elaboración propia.

3.2.2.1.2 Color

La hipótesis planteada fue:

H0: Las medias de las muestra del color son Iguales

H1 Las medias de las muestras del color no son iguales

Nivel significancia de $\alpha = 0.05$

Tabla 20

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Color

ANOVA					
Color de galleta	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	9,700	3	3,233	2,630	,051
Dentro de grupos	240,920	196	1,229		
Total	250,620	199			

Nota: Elaboración propia

Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces se acepta H_0 por lo tanto se concluye que el color entre los tratamientos 5%FP95%HS, 10%FP90%HS, 15%FP85%HS Y 20%FP80%HS es igual.

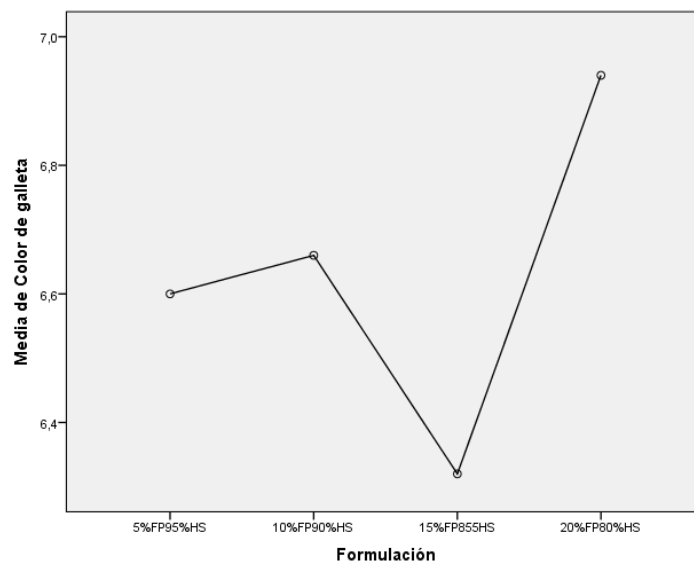


Figura 7. Comparación de medias para color. Elaboración propia.

3.2.2.1.3 El sabor

La hipótesis planteada fue:

H0: Las medias de las muestra del sabor son Iguales

H1 Las medias de las muestras del sabor no son iguales

Nivel significancia de $\alpha = 0.05$

Tabla 21

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Sabor

ANOVA					
Sabor de galleta					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21,495	3	7,165	3,926	,009
Dentro de grupos	357,700	196	1,825		
Total	379,195	199			

Nota: Elaboración propia

Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se rechaza H_0 por lo tanto se concluye que el sabor entre los tratamientos 5%FP95%HS, 10%FP90%HS, 15%FP85%HS Y 20%FP80%HS es diferente; pero no se sabe entre cuales por lo que se aplicó una prueba de comparación de medias.

Tabla 22

Prueba de comparación de medias

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Sabor de galleta						
HSD Tukey						
(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
5%FP95%HS	10%FP90%HS	-,060	,270	,996	-,76	,64
	15%FP85%HS	,500	,270	,253	-,20	1,20
	20%FP80%HS	-,420	,270	,407	-1,12	,28
10%FP90%HS	5%FP95%HS	,060	,270	,996	-,64	,76
	15%FP85%HS	,560	,270	,166	-,14	1,26
	20%FP80%HS	-,360	,270	,543	-1,06	,34
15%FP85%HS	5%FP95%HS	-,500	,270	,253	-1,20	,20
	10%FP90%HS	-,560	,270	,166	-1,26	,14
	20%FP80%HS	-,920*	,270	,004	-1,62	-,22
20%FP80%HS	5%FP95%HS	,420	,270	,407	-,28	1,12
	10%FP90%HS	,360	,270	,543	-,34	1,06
	15%FP85%HS	,920*	,270	,004	,22	1,62

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Elaboración propia

Tabla 23***Prueba de comparación de medias de tukey***

Sabor de galleta			
HSD Tukey ^a			
Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
15%FP855HS	50	6,16	
5%FP95%HS	50	6,66	6,66
10%FP90%HS	50	6,72	6,72
20%FP80%HS	50		7,08
Sig.		,166	,407

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 50.000.

Nota: Elaboración propia

Concluyendo de la comparación de medias que existen diferencias entre los tratamientos aplicados, siendo 20%FP80%HS el mejor.

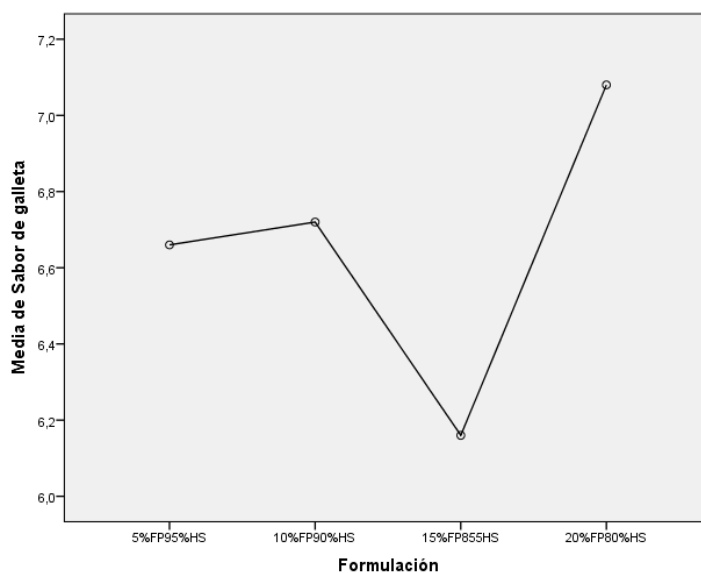


Figura 8. Comparación de medias para sabor .Elaboración propia.

3.2.2.1.4 Textura

La hipótesis planteada fue:

H0: Las medias de las muestras de la textura son Iguales

H1 Las medias de las muestras de la textura no son iguales

Nivel significancia de $\alpha = 0.05$

Tabla 24

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Textura

ANOVA					
Textura de galleta	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	14,280	3	4,760	1,193	,314
Dentro de grupos	782,200	196	3,991		
Total	796,480	199			

Nota: Elaboración propia.

Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces se acepta Ho por lo tanto se concluye que la textura entre los tratamientos 5%FP95%HS, 10%FP90%HS, 15%FP85%HS Y 20%FP80%HS es igual.

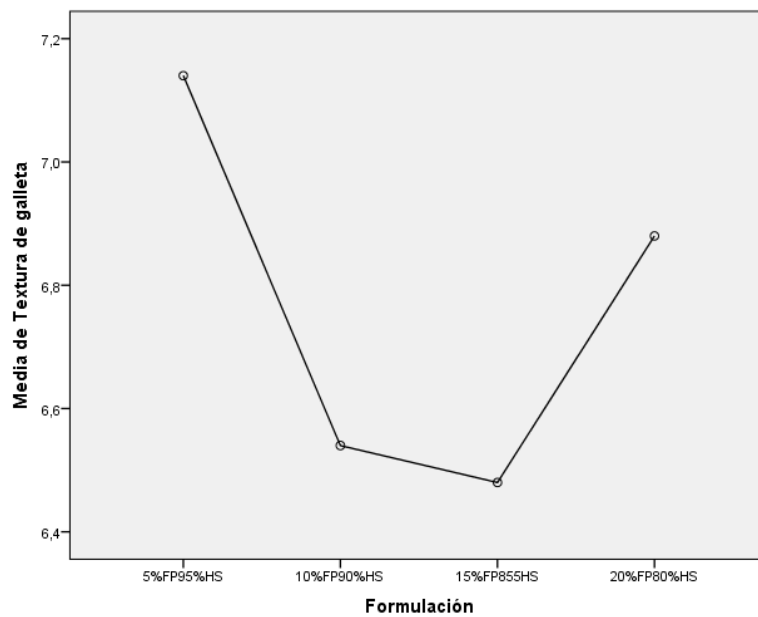


Figura 9. Comparación de medias para textura. Elaboración propia.

Analizando los resultados estadísticos de la evaluación sensorial se puede observar que no hay diferencia en cuanto a los atributos de color y textura entre los tratamientos. En los atributos sabor y olor si existe diferencia significativa por lo que se sometió a la prueba de tukey donde se observa que el mejor tratamiento es el número 4 (20%FB80%HS).

3.3 Caracterización del producto obtenido

3.3.1 Análisis físico químico.

En la tabla 25, se observa la caracterización de la mejor formulación, donde se debe resaltar su contenido de carbohidratos (22,1%) y su considerado aporte de proteínas (2,8%), con respecto a la humedad tiene un contenido de 42.875%, valor que permite tener un producto pastoso y con una humedad que demuestra frescura.

Tabla 25

Composición químico proximal de las formulación 4 (galletas con 20% de fibra de piña) en base a 100 g.

DESCRIPCIÓN	Formulación con 20 % de fibra de piña
Humedad, %	6,55
Proteína Total (N*6,25), %	5,58
Grasa, %	16,8
Ceniza, %	0,64
Fibra, %	0,85
Extrac. Libre de nitróg. %	70,43
Energía Total, Kcal	455,24
Sólidos solubles	80
pH	5,5
Azúcares reductores	68
Sólidos totales, %	93,45
Acidez, %	0,17

Nota: Elaboración propia.

3.3.2 Análisis microbiológico.

Los resultados del análisis microbiológico de las galletas elaboradas a partir de harina de sorgo y fibra de piña se muestran a continuación en la tabla 26 donde se puede observar que aunque existe presencia de microorganismo estos valores cumplen con la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008).

Tabla 26

Análisis microbiológicos de las galletas de sorgo con fibra de piña

Determinaciones	Tiempo (días)	Patrón (*)
	60	
Numeración de bacterias mesófilos aerobias viables	34 ufc/g.	$< 10^5$
Coliformes totales	< 1 ufc/g	$< 10^3$
Escherichia coli	< 1 ufc/g	$< 10^2$
Salmonella	Ausencia 25 g.	Ausencia 25 g.
Numeración de mohos	< 1 ufc/g.	$< 10^2$
Numeración de levaduras	< 1 ufc/g.	$< 10^2$
Numeración de Staphylococcus aureus	< 1 ufc/g.	< 10

Nota: Elaboración propia

(*) NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

IV. CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

Sobre la base de los resultados y discusiones obtenidos podemos indicar las siguientes conclusiones para dar respuesta a los objetivos:

1. Se formuló y evaluó con éxito galletas elaboradas a partir de harina de sorgo (*Sorghum vulgare*) y fibra de piña (*Ananas comosus*) obteniéndose adecuadas características sensoriales.
2. Las materias caracterizadas fisicoquímicamente presentaron los siguientes resultados: harina de sorgo (10,2% de humedad; 6,38% de proteína; 3,9% de grasa; 73,52% de carbohidratos ; 6,9 % de fibra y 3% de ceniza) y fibra de piña (11,25% de humedad; 3,99% de proteína; 0,3% de grasa; 83,56% de carbohidratos; 0,75 % de fibra y 0,45% de ceniza)
3. Las operaciones y parámetros tecnológicos para obtener galletas de harina de sorgo con fibra de piña son: Recepción de materia prima, pesado (de acuerdo a la formulación), mezclado 1 (homogenización de mantequilla, azúcar y agua), mezclado 2 (Adición de sal y antimoho), mezclado y amasado (adición de fibra de piña), laminado (espesor de 0,5 cm), cortado (molde de metal de 3 cm de diámetro), horneado (140°C por 8 min.), envasado (bolsas de polipropileno), almacenado (temperatura ambiente).
4. Se caracterizaron microbiológicamente las materias primas encontrándose que su carga microbiana está por debajo de los límites de la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).
5. La formulación seleccionada para la obtención de galletas con harina de sorgo y fibra de piña fue la número 4 con un porcentaje en fibra del 20%, luego de haber sido evaluado su composición química proximal y estadísticamente sus características sensoriales.

6. Las galletas se caracterizaron fisicoquímicamente presentando: 6,55% de humedad; 5,58% de proteína; 86.38% de carbohidratos; 16,8% de grasa; 0,64% de ceniza; 0,85% de fibra; 80% de sólidos solubles; 5,5 de pH, 68% (glucosa) azúcares reductores, 93,45 de sólidos totales y 0,17% de acidez.
7. Las galletas almacenados por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, 34 ufc/g., Numeración de mohos <1 ufc/g., Numeración de levadura <1 ufc/g, numeración de *Staphylococcus aureus* <1 ufc/g, *Escherichia coli* <1 ufc/g y *Salmonella* Ausencia en 25g) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente por su buena aceptación.

V. RECOMENDACIONES

5.1 Recomendaciones

1. Es recomendable hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.
2. Hacer un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.
3. Promover la investigación en productos alternativos a la harina de trigo que permitan solucionar los problemas de alergias alimentarias.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Adegbite, O., Oni, O., y Adeoye, I. (2014). *Competitiveness of pineapple production in Osun State, Nigeria. Journal of Economics and Sustainable Development* 5(2). P. 205-214.
- Alvarado, L. (2009). *Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos*. Escuela superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.
- Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y en la práctica*. Zaragoza, España: Acribia
- A.O.A.C. (2005). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 16 ed. (Vol. I y II). EEUU.
- A.O.A.C. (1997). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 16 ed. (Vol. I y II). EEUU.
- A.O.A.C. (1985). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 16 ed. Vol. I y II. EEUU.
- Arias, C. y Toledo, J. (2000). *Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos)*. Proyecto FAO. Recuperado de http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm#toc
- Aubourg (2008). *Desarrollo de una barra de desayuno a base de sorgo (Sorghum bicolor, (L.) Moench) y granola*. (Tesis de pregrado), Universidad Zamorano, Honduras.
- Avelino, W; Buenaño, W; Sánchez, D. (2009). “*Análisis del proceso de producción de la piña para aumentar la exportación del Ecuador hacia el mercado español, aplicando las normas de calidad (ISO 14001 y EUROGAP) a partir del año 2009*”. (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador.

- Cañas, Z. (2006). *Productos vegetales como fuente de fibra Dietaría en la industria de alimentos*. Scielo. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a25v64n01.pdf>
- CEFP (2002). *La problemática actual de la producción de piña en México*. Cámara de diputados. Palacio legislativo de San Lázaro, D.F.
- CENTA (2007). *Guía Técnica del Sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench)*. La Libertad. El Salvador, p. 38.
- Cerdas, M. y Montero, M. (2005). *Guías técnicas del manejo poscosecha para el mercado fresco*. Ministerio de Agricultura y ganadería. Costa Rica.
- CNSPP (2010). *Plan rector nacional*. Veracruz.
- COVECA (2010). *Monografía de la Piña*. Veracruz.
- De Simas, K.N., Vieira, L., Podestá, R., Müller, C., Vieira, M., Beber, R., Reis, M., Barreto, P., Amante, E. y Amboni, R. (2009). *Effect of King Palm (Archontophoenix alexandrae) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies*. *International Journal of Food Science & Technology*, (Vol. 44, p. 531–538).
- Domínguez, C. (2004). *Formulación y pasteurización de una bebida con mezclas de jugos no clarificados de piña-guayaba-mango*. (Tesis Pregrado). Universidad de las Américas Puebla. Puebla.
- Escudero, E. (2006). *La fibra dietética*. *Nutrición Hospitalaria*.
- Ferreira, J. (2011). *Extração e Caracterização da Enzima Bromelina presente no Resíduo do Curauá (Ananas Erectifolius L. SMITH)*. (Tesis Doctoral) Universidad Estadual de Campinas. Campinas, Brasil.
- Gonzáles L. (2013). *Obtención de los nutraceuticos presentes en la piña del Agave Tequilero mediante dilución diferencial*. México.

- González, E. (2006). *La fibra dietética. Nutrición Hospitalaria*.
- Gutiérrez, N. (2004). *Caracterización del fotoperiodismo y agromorfología de 14 variedades de sorgo millón (Sorghum bicolor [L] Moench.) en tres épocas de siembra en CNIA*. (Tesis de pregrado). Managua, Nicaragua, p. 68.
- Guzman, M. y Lopez, P. (2015). *Propuesta de formulación de galletas elaboradas con harina compuesta de Amaranthus cruentus (amaranto) Y Sorghum bicolor L. Moench (sorgo)*. (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador. El Salvador.
- Hernaez, L. (2010). *Estudio del consumo de fibra dietética en Adolescentes de Capital federal*, Buenos Aires. Argentina.
- Hernández, M. (2010). *Ingesta de fibra dietética y su relación con el perfil lipídico de adultos guatemaltecos. Nutrición Comunitaria*, p 70.
- ICMSF. (1983). *Métodos Recomendados Para el Análisis Microbiológico en Alimentos*. En: *Microorganismos de los Alimentos I. Técnicas de Análisis Microbiológicos*, (2º. Ed., Vol. 1, pag 105 – 280) Zaragoza, España: Editorial Acribia S A.
- INDECOPI (1976). *Normas Técnicas Peruanas. Harinas sucedáneas de la harina de trigo*. 205. 040. Lima, Perú.
- INDECOPI (1992). *Normas Técnicas Peruanas. Galletas; Requisitos*. 206. 0001-03 Lima, Perú.
- López, M.; Wingching, R. y Rojas, A. (2014). *Meta-análisis de los subproductos de piña (Ananas comosus) para la alimentación animal. Centro de Investigación en Nutrición Animal*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 25(2):383-392. 2014 ISSN: 2215-3608
- Martinez, O. (2003). *Caracterización Sensorial De Fibras De Algunas Frutas Comunes en Colombia*. Colombia.

- Matos, A. (2010). *Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria*. Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Matos, M. (2013). *Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Meléndez, G. y Molina, E. (2001). *Fertilidad en suelos y manejo de la Nutrición de cultivos en Costa Rica. Laboratorio de suelos y follares*. Costa Rica.
- Morales, A. (2011). *Caracterización de materiales criollos de sorgo*. CENTA, San Andrés, Sin publicar. La Libertad, El Salvador. p, 16.
- Mosquera, H. (2009). *Efecto de la inclusión de harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en la elaboración de galletas*, Universidad de Colombia. Colombia [one line] Obtenido de www.bdigital.unal.edu.co/2378/1/107325.2009.pdf [Consultado: 11 de febrero 2014].
- Ochoa, K. y Pineda, A. (2013). *Elaboración y evaluación de una bebida fortificada y Saborizada para la población infantil a base de harina de sorgo (Sorghum bicolor, L. moench) variedad RCV*. (Tesis Pregrado). Universidad Dr. José Matías Delgado. Antigua Cuscatlán. El Salvador.
- Olivares, R. (2003). *Influencia de diferentes dosis de productos inductores de la floración (carburo de calcio y Ethrell), en dos variedades de piña (Ananas comosus (L) Merrill) sobre la calidad poscosecha*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- Paz, M. (2010). *Determinación del contenido de fibra dietética en dos variedades de piña (Golden sweet y Ananás comosus) considerando el estado fisiológico y las condiciones agroecológicas*. (Tesis Pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo. Los Ríos. Ecuador.

- Pérez, A.; Saucedo, O.; Iglesias, J.; Wencomo, HB.; Reyes, F.; Oquendo, G.; Milián, I. (2010). *Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench)*, ISSN 0864-0394 Pastos y Forrajes 33: (1)
- Pérez, L. (2013). *Evaluación de las fracciones granulométricas de la harina de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) para la elaboración de una pasta alimenticia*. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Pesantes; A. (2014). *Efecto de la Sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de pulpa de tuna púrpura (Opuntia ficus indica) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces*. (Tesis de pregrado) Universidad Particular Antenor Orrego. La Libertad. Perú.
- Priego, M. (2007). *Obtención de Fibra Dietética a Partir de Sáculos de Naranja aplicando un Tratamiento con Vapor*. (Tesis Pregrado). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León. México. p. 14.
- Portillo, J. (2006). *Elaboración de un manual de orientación nutricional para el paciente con enfermedad celiaca en Guatemala*. (Tesis Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Quinde, C. y Sánchez, N. (2013). *Extracción, Purificación Parcial y Secado de la Enzima Bromelina Obtenida a partir del Corazón de la Piña (Ananas comosus)*. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Politécnica del litoral. Guayaquil. Ecuador.
- Quintanilla, J. (2014). *Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (Sorghum bicolor L Moench) con bajo contenido de lignina*. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional del Salvador. San Salvador. El Salvador.

- Rayas, A. (2008). *Fibra Base De Frutas, Vegetales Y Cereales: Función De Salud*. Revista Mexicana De Agronegocios. Recuperado de [http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/45841/2/Rayas-RomeroOSUU\\$ON_.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/45841/2/Rayas-RomeroOSUU$ON_.pdf).
- Reátegui, D., Maury, M. (2001). *Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región*. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, (Vol.1, 1º. Ed., p. 43 – 48). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Saucedo, O.; Valdez, R. y Fernández, L.; (2012). *Utilización de la harina de sorgo en la alimentación de los niños celíacos en la provincia Villa Clara*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV). Agricultura Orgánica. Biblioteca ACTAF. ISSN 1028-2130: 36 pp.
- TAPP (2013). *Market trends for pineapple. Market survey. USDA, Tanzania, África*. Recuperado de: http://www.fintrac.com/cpanelx_pu/tapp/13_41_99_TAPP%20-%20Pineapple%20Market%20Survey.pdf (Consultado 15 mayo 2014).
- Utepi, U. (2006). Piña. *Estudio Agroindustrial en el Ecuador: Competitividad de la Cadena de Valor y Perspectivas de Mercado. Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICIP) y Organización de las Naciones Unidas*.
- Velastegui, T., Dueñas, C. y Álava, C. (2013). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta productora de jugos concentrados utilizando tecnología de membranas, como aporte al desarrollo socioeconómico del Cantón Jama*. Periodo 2012. Ecuador.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., y Elías, L. (2001). *Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. CIID. Ottawa Canadá.

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de humedad en galletas al 20 %



Triturado de Galletas



Pesado de galleta triturada



Prueba de estufa (humedad)

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 2. Análisis de cenizas en galletas al 20 %



Galleta triturada



Pesaje de galleta



Calcinación de muestra



Peso final (% de ceniza)

Nota: Elaboración propia.

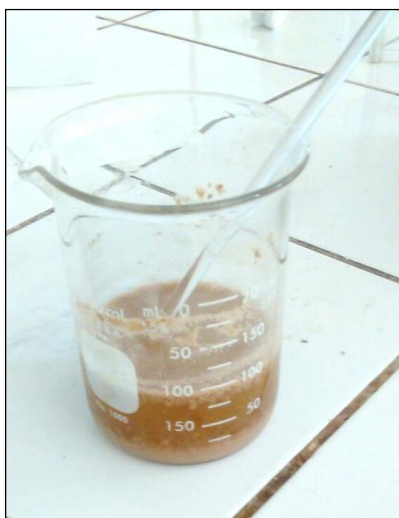
ANEXO 3. Análisis de Acidez en galletas al 20 %



Trituración de galleta



**Preparación de muestra con
agua destilada**

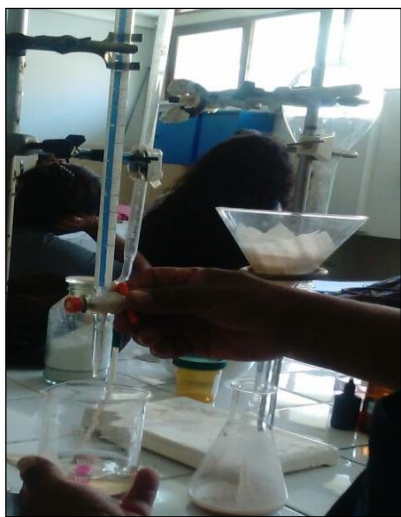


**Homogenización de
muestra**



**Filtración para obtención
de 50 ml de muestra**

Nota: Elaboración propia.



Titulación de muestra



**Resultado final (coloración
grosella)**

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 4. Análisis de Proteínas en galletas al 20 %



Adición de insumos



Digestor de proteínas

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 5. Obtención de Harina de Sorgo



Sorgo (Sorghum bicolor)



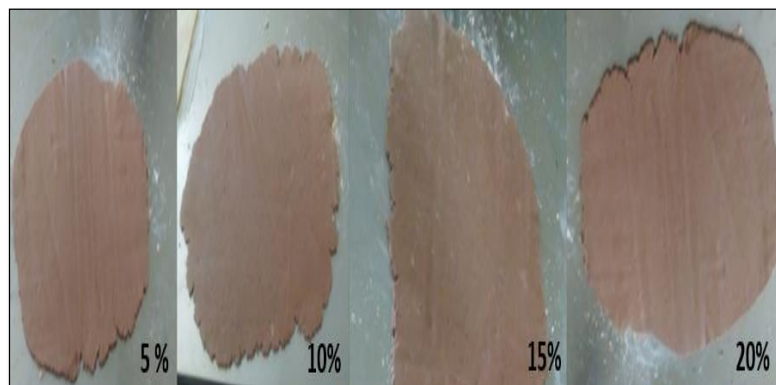
Tamizado



Harina de Sorgo

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 6. Elaboración de Galletas al 5%, 10%, 15% y 20%



Laminado de galletas al 5%, 10%, 15% y 20 %



Cortado de galletas



Horneado

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 7. Realización de encuesta (Alumnos de FIQIA)



Nota: Elaboración propia.

ANEXO 8. Análisis microbiológico de galletas al 20%

1. OBJETIVOS

- ✓ Analizar los parámetros microbiológicos de la muestra.
- ✓ Interpretar y evaluar los resultados obtenidos de la muestra.



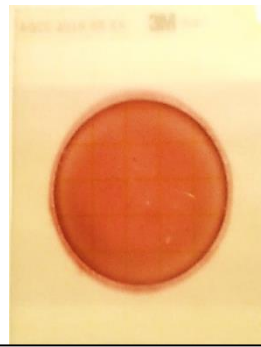
2. METODO DE ENSAYO

Tipos de Microorganismos	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos (ufc/g)	Petri Film
Coliformes Totales y E. Coli (ufc/g)	Petri Film
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	Petri Film
Salmonella sp (25/g)	Medio de cultivo
Mohos y Levaduras	Petri Film

3. RESULTADOS



PRETRIFILM DE
AEROBIOS



PRETRIFILM DE
COLIFORMES TOTALES Y
E. COLI



PRETRIFILM DE
Staphylococcus aureus



PLACA *Salmonella*



PRETRIFILM DE MOHOS
Y LEVADURAS

**recuento estándar en placa estimado.

4. CONCLUSIÓN

La muestra – 20 analizado es Apto para el consumo según los Requisitos Microbiológicos “Aerobios mesófilos, Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp, mohos y levaduras” respaldándonos en la NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01 que Establece Los Criterios Microbiológicos De Calidad Sanitaria E Inocuidad Para Los Alimentos Y Bebidas De Consumo Humano.





Lic. Leonardo Ramírez Bazán

Analista

Tipos de microorganismos	Resultados
Aerobios mesófilos (ufc/g)	34
Coliformes Totales (ufc/g)	<1**
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	<1**
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	<1**
<i>Salmonella</i> sp (25/g)	Ausencia/25g
Mohos(ufc/g)	<1**
Levaduras (ufc/g)	<1**





ANEXO 9. Recopilación de datos de evaluación sensorial con respecto al olor, al 5%, 10%, 15% y 20%.

Recopilación de datos (50 panelistas) de la evaluación sensorial de las cuatro formulaciones con respecto al olor en galletas elaboradas con harina de sorgo y fibra de piña.

FORMULACIONES PANELISTAS				
1	7	7	7	7
2	7	7	6	6
3	6	6	8	6
4	7	8	7	8
5	7	5	5	7
6	8	8	6	9
7	8	7	6	7
8	8	6	6	8
9	5	4	6	6
10	5	4	6	4
11	8	5	5	5
12	6	6	6	7
13	8	8	6	7
14	5	5	5	7
15	7	6	6	6
16	6	6	5	5
17	5	6	5	5
18	8	7	5	6
19	7	7	6	7
20	7	7	5	8
21	5	7	6	8
22	6	6	7	8
23	6	5	6	9
24	7	6	7	8
25	8	7	7	7





26	5	6	7	8
27	6	6	6	7
28	5	6	7	7
29	8	8	6	7
30	7	7	7	6
31	6	5	8	7
32	7	6	6	9
33	8	8	6	7
34	7	6	7	8
35	5	4	6	6
36	8	7	6	8
37	7	7	6	9
38	8	8	7	6
39	6	6	8	7
40	7	6	7	7
41	8	6	6	8
42	7	5	4	6
43	6	6	5	6
44	8	7	7	9
45	7	7	8	6
46	8	6	9	8
47	8	8	6	7
48	6	7	7	8
49	5	5	7	6
50	8	7	6	7

Nota: Elaboración propia

Formulaciones	Panelistas	Promedio
5% 	50	6.76
10% 	50	6.32
15% 	50	6.3
20% 	50	7.02





ANEXO 10. Recopilación de datos de evaluación sensorial con respecto al color, al 5%, 10%, 15% y 20%.

Recopilación de datos (50 panelistas) de la evaluación sensorial de las cuatro formulaciones con respecto al color en galletas elaboradas con harina de sorgo y fibra de piña.

FORMULACIONES PANELISTAS				
1	7	7	7	7
2	6	7	6	5
3	6	5	8	6
4	6	7	7	7
5	6	5	6	6
6	8	9	9	7
7	6	6	6	6
8	6	6	6	8
9	6	8	7	7
10	4	6	4	7
11	6	6	6	5
12	6	6	6	7
13	6	7	6	7
14	5	6	5	7
15	5	5	5	6
16	7	7	7	7
17	6	7	6	6
18	6	6	5	6
19	8	6	6	7
20	7	7	6	7
21	6	7	7	8
22	6	6	5	6
23	7	5	7	6
24	8	8	6	6
25	4	6	5	5
26	8	9	7	8
27	8	7	8	9
28	7	6	6	6





29	8	8	6	7
30	7	7	7	6
31	6	5	8	7
32	7	6	6	9
33	8	8	6	7
34	7	6	7	8
35	5	4	6	6
36	8	7	6	8
37	7	7	6	9
38	8	8	7	6
39	6	6	8	7
40	7	6	7	7
41	8	6	6	8
42	7	5	4	6
43	6	6	5	6
44	8	7	7	9
45	7	7	8	6
46	8	6	9	8
47	8	8	6	7
48	6	7	7	8
49	5	5	7	6
50	8	7	6	7

Nota: Elaboración propia

Formulaciones	Panelistas	Promedio
5% 	50	6.6
10% 	50	6.66
15% 	50	6.32
20% 	50	6.94





ANEXO 11. Recopilación de datos de evaluación sensorial con respecto al sabor, al 5%, 10%, 15% y 20%.

Recopilación de datos (50 panelistas) de la evaluación sensorial de las cuatro formulaciones con respecto al color en galletas elaboradas con harina de sorgo y fibra de piña.

FORMULACIONES PANELISTAS				
1	8	7	7	6
2	8	9	6	7
3	6	6	8	6
4	7	8	5	6
5	6	5	6	6
6	6	9	6	5
7	8	7	6	7
8	6	6	6	8
9	5	3	7	8
10	6	6	6	7
11	9	6	3	6
12	7	7	6	7
13	9	8	4	7
14	5	5	5	6
15	5	6	5	5
16	7	5	4	6
17	5	6	6	6
18	7	7	5	5
19	7	7	5	6
20	4	3	6	4
21	6	6	5	9
22	6	7	7	9
23	7	8	8	8
24	5	4	3	6
25	7	7	6	8
26	6	8	7	9
27	7	6	5	6

28	8	8	6	7
29	5	5	6	7
30	7	8	6	7
31	8	6	6	7
32	5	6	4	6
33	8	8	7	8
34	6	7	7	9
35	8	8	7	7
36	6	8	8	8
37	7	7	8	9
38	6	7	6	8
39	7	6	6	7
40	8	8	7	9
41	7	9	8	7
42	8	9	8	9
43	6	6	7	6
44	8	7	8	8
45	4	4	3	5
46	7	8	8	9
47	6	7	7	8
48	8	6	9	8
49	7	8	7	9
50	8	8	6	7

Nota: Elaboración propia

Formulaciones	Panelistas	Promedio
5% 	50	7.0
10% 	50	6.62
15% 	50	6.16
20% 	50	7.08

ANEXO 12. Recopilación de datos de evaluación sensorial con respecto a la textura, al 5%, 10%, 15% y 20%.


Recopilación de datos (50 panelistas) de la evaluación sensorial de las cuatro formulaciones con respecto al color en galletas elaboradas con harina de sorgo y fibra de piña.


FORMULACIONES PANELISTAS	5%	10%	15%	20%
1	S	D	M	M
2	H	S	G	M
3	S	Q	H	M
4	S	C	G	D
5	S	G	S	C
6	G	Q	M	M
7	C	C	M	M
8	S	H	C	H
9	S	C	S	G
10	C	G	H	H
11	C	G	H	S
12	S	G	H	S
13	C	D	M	M
14	C	C	M	S
15	C	Q	Q	D
16	C	S	S	S
17	C	C	G	S
18	C	C	S	S
19	H	G	M	S
20	H	S	G	S
21	S	C	C	C
22	S	H	C	S
23	M	M	D	C
24	G	S	C	C
25	H	M	Q	C
26	C	G	M	M
27	H	M	G	C


28	C	H	S	C
29	Q	M	S	S
30	S	S	C	C
31	M	Q	D	S
32	Q	Q	S	C
33	S	C	C	S
34	C	M	Q	C
35	H	S	G	S
36	D	S	G	S
37	M	M	C	C
38	Q	Q	S	S
39	M	M	D	C
40	G	Q	M	M
41	S	H	C	H
42	S	H	S	H
43	G	Q	M	M
44	D	S	S	C
45	C	C	S	M
46	Q	S	M	G
47	C	G	H	S
48	G	D	S	M
49	C	G	H	H
50	S	C	Q	C


Nota: Elaboración propia

PUNTUACIÓN		TEXTURA	
9	Me gusta muchísimo	(S)	Seco
8	Me gusta mucho	(C)	Crujiente
7	Me gusta bastante	(G)	Grumoso
6	Me gusta ligeramente	(Q)	Quebradizo
5	Ni me gusta ni me disgusta	(H)	Harinoso
4	Me disgusta ligeramente	(M)	Masticoso
3	Me disgusta bastante	(D)	Desmoronable
2	Me disgusta mucho		
1	Me disgusta muchísimo		

 = 5%

 = 10%

 = 15%

 = 20%

Anexo 13 Formulación de las galletas (en base a 250 g)

FORMULACIÓN AL 5 %

Materia Prima e Insumo	PORCENTAJE (%)	PESO (g)
Harina de Sorgo	95%	237,5
Fibra de Piña	5%	12,5
Azúcar Rubia	38%	95
Mantequilla	57%	142,5
Esencia de Piña	2,8%	7
Amoniaco	0,76%	1,9
Agua	19%	47,5 ml
Sal	0,96%	2,4

Nota: Elaboración propia

FORMULACIÓN AL 10%

Materia Prima E Insumo	PORCENTAJE (%)	PESO (g)
Harina de Sorgo	90%	225
Fibra de Piña	10%	25
Azúcar Rubia	38%	95
Mantequilla	57%	142,5
Esencia de Piña	2,8%	7
Amoniaco	0,76%	1,9
Agua	19%	47,5ml
Sal	0,96%	2,4

Nota: Elaboración propia

FORMULACIÓN AL 15 %

MATERIA PRIMA E INSUMO	PORCENTAJE (%)	PESO (g)
Harina de Sorgo	85%	212,5
Fibra de Piña	15%	37,5
Azúcar Rubia	38%	95
Mantequilla	57%	142,5
Esencia de Piña	2,8%	7
Amoniaco	0,76%	1,9
Agua	19%	47,5ml
Sal	0,96%	2,4

Nota: Elaboración propia.

FORMULACIÓN AL 20 %

MATERIA PRIMA E INSUMO	PORCENTAJE (%)	PESO (g)
Harina de Sorgo	80%	200
Fibra de Piña	20%	50
Azúcar Rubia	38%	95
Mantequilla	57%	142,5
Esencia de Piña	2,8%	7
Amoniaco	0,76%	1,9
Agua	19%	47,5ml
Sal	0,96%	2,4

Nota: Elaboración propia.