



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINAS DE
CÁSCARA DE FRUTAS EN PERFIL DE TEXTURA Y CALIDAD
NUTRICIONAL DE UNA GALLETA**

AUTORES:

NIEVE ESTEFANÍA CHUMO CHÁVEZ

JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GIA

TUTORA:

ING. MARÍA ANGELINA VERA VERA, Mg. P.A

CALCETA, NOVIEMBRE 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

Nieve Estefanía Chumo Chávez y José Luis Rodríguez Gia, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

NIEVE E. CHUMO CHÁVEZ

JOSÉ L. RODRIGUEZ GIA

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

María Angelina Vera Vera certifica haber tutelado el trabajo de titulación **INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINAS DE CÁSCARA DE FRUTAS EN PERFIL DE TEXTURA Y CALIDAD NUTRICIONAL DE UNA GALLETA**, que ha sido desarrollada por Nieve Estefanía Chumo Chávez y José Luis Rodríguez Gia, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. MARÍA ANGELINA VERA VERA, Mg. P.A

TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO el trabajo de titulación **INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINAS DE CÁSCARA DE FRUTAS EN PERFIL DE TEXTURA Y CALIDAD NUTRICIONAL DE UNA GALLETA**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Nieve Estefanía Chumo Chávez y José Luis Rodríguez Gia, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. NELSON MENDOZA GANCHOZO, Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. IRINA GARCIA PAREDES, Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. EDISON MACÍAS ANDRADE, Mg
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos guiado a lo largo de nuestra carrera y permitirnos culminar con éxito esta etapa tan especial en nuestras vidas.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A nuestros maestros, por su paciencia y apoyo sobre todo a nuestra tutora la Ing. Angelina Vera Vera por su valiosa y oportuna asesoría durante todo el desarrollo del trabajo de titulación y aquellos que de alguna u otra forma nos apoyaron, Ing. Ely Sacón, Ing. Jorge Teca Delgado, Ing. Katherine Loor.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

A Dios que me ha dado sus infinitas bondades en la vida permitiéndome conocer personas maravillosas en el trascurso de mi etapa universitaria y haberme dado la salud necesaria y no desfallecer.

A mis queridos padres José Rodríguez y Luz Gia por su inmenso sacrificio y tiempo dedicado quienes serán mi pilar fundamental en la culminación de mi carrera y que me han brindado sus sabios consejos y me han sabido guiar por el camino correcto; a mis hermanas que me supieron dar la mano oportunamente y darme ese cariño y ganas de superación.

A la señora Mariana Coyago por su apoyo absoluto en toda mi etapa estudiantil enseñándome que con humildad y perseverancia y mucha fe se puede lograr todo lo que uno se proponga y en general a aquellas personas por haber depositado en mí la confianza necesaria para alcanzar mis objetivos.

José L. Rodríguez Gia

DEDICATORIA

A Dios, por darme fuerzas en los momentos de debilidad y siempre guiarme a lo largo de mi carrera profesional.

A mis padres, por su gran esfuerzo y apoyo en mi vida profesional que a pesar de las dificultades nunca me dejaron desvanecer y siempre estuvieron ahí brindándome ánimos y demostrándome con dedicación y perseverancia que todo se puede lograr en esta vida.

A mi esposo, por ser un sustento en mi carrera profesional siempre brindándome todo su apoyo y ganas de superación demostrándome que con esfuerzo y ganas todo es posible por su inmensa paciencia y amor incondicional que me ayudó a impulsarme y no permitió que me rindiera en los momentos de angustia y desesperación.

A mi hijo, que es mi fortaleza y ganas de superación mi fuente motivación e inspiración, mi felicidad, por el cual lucho día a día de forma incansable en los objetivos propuestos en mi carrera profesional.

Nieve E. Chumo Chávez

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL	viii
CONTENIDO DE CUADROS.....	xi
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
CONTENIDO DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1.PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.OBJETIVOS	4
1.3.1.OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4.HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ALIMENTO FUNCIONAL.....	5
2.2. GALLETAS	5
2.2.1. GALLETAS CON FIBRA	6
2.3. FIBRA DIETÉTICA.....	6
2.3.1. CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA.....	7
2.3.2. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA FIBRA DIETÉTICA	8
2.4. CÁSCARA DE NARANJA.....	9
2.5. CÁSCARA DE PIÑA.....	10
2.6. FUNCIONALIDAD DE LOS INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS	10
2.6.1. HARINA DE TRIGO.....	10
2.6.2. AZÚCAR.....	11
2.6.3. GRASA.....	11

2.6.5. AGUA	12
2.6.4. HUEVOS	12
2.6.6. LECHE	12
2.6.7. LEVADURA	13
2.6.8. ADITIVOS	13
2.7. REOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS	14
2.7.1. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS Y TEXTURALES	14
2.8. TEXTURA	15
2.9. MEDIDORES INSTRUMENTALES DE TEXTURA DE SÓLIDOS Y SEMISÓLIDOS	16
2.9.1. PENETRÓMETROS	17
2.9.2. COMPRESÍMETROS	17
2.9.3. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)	18
CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	19
3.1. UBICACIÓN	19
3.3. FACTORES EN ESTUDIO	19
3.3.1. FACTORES	19
3.3.2. NIVELES	19
3.4. TRATAMIENTOS	20
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	21
3.7. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.7.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA	23
3.7.2. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARA DE FRUTAS	25
3.8. VARIABLES A MEDIR	27
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	28
3.10. TRATAMIENTO DE LOS DATOS	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE CÁSCARAS DE NARANJA Y PIÑA	29
4.2. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DE LAS GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARAS DE FRUTAS	32
4.2.1. DETERMINACIÓN DEL pH	33
4.2.2. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	33
4.2.3. DETERMINACIÓN DE CENIZA	34
4.2.4. DETERMINACIÓN DE GRASA	35

4.2.5. DETERMINACIÓN DE FIBRA TOTAL	36
4.2.6. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA	36
4.2.7. DETERMINACION DE ENERGÍA.....	37
4.2.8. DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS	38
4.3. ANÁLISIS DE TEXTURA.....	39
4.3.1. ANÁLISIS DE DUREZA.....	39
4.3.2. ANÁLISIS DE ADHESIVIDAD	40
4.3.3. ANÁLISIS DE COHESIVIDAD	41
4.3.4. ANÁLISIS DE GOMOSIDAD.....	42
4.3.5. ANÁLISIS DE ELASTICIDAD	43
4.3.6. ANÁLISIS DE MASTICABILIDAD	43
4.4. ANÁLISIS SENSORIAL	44
4.5. ANÁLISIS DE FIBRA DIETÉTICA Y MICROBIOLÓGICA AL MEJOR TRATAMIENTO.....	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1. CONCLUSIONES.....	49
5.2. RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS.....	57

CONTENIDO DE CUADROS

CUADRO 2.1. GALLETAS ENRIQUECIDAS CON FIBRA.....	6
CUADRO 3.1. DETALLE DE TRATAMIENTO.....	20
CUADRO 3. 2. ESQUEMA DE ANOVA FACTORIAL A*B	21
CUADRO 3.3. ESQUEMA ANOVA DE UN FACTOR	21
CUADRO 3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL DE CADA TRATAMIENTO.....	22
CUADRO 4.1. RESULTADOS DEL RENDIMIENTO DE LAS HARINAS MEDIANTE EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN.....	29
CUADRO 4.2. RESULTADOS BROMATOLÓGICOS DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE NARANJA EN COMPARACIÓN CON AUTORES	30
CUADRO 4.3. RESULTADOS BROMATOLÓGICOS DE LA HARINA DE CÁSCARAS DE PIÑA EN COMPARACIÓN CON AUTORES.....	31
CUADRO 4.4. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS Y SU P-VALOR DE LAS GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARAS DE FRUTAS.....	32
CUADRO 4.5. RESULTADOS DE TEXTURA Y P-VALOR DE LAS GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARAS DE FRUTAS.....	39
CUADRO 4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO FRIEDMAN EN CUANTO AL COLOR.....	45
CUADRO 4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO FRIEDMAN EN CUANTO AL OLOR.....	46
CUADRO 4.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO FRIEDMAN EN CUANTO AL SABOR.....	46
CUADRO 4.9. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LAS GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARAS DE PIÑA.....	48

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 2.2. CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA.....	7
FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE HARINA DE LA CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA.....	23
FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARA DE FRUTAS	25

CONTENIDO DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1. PH DE LOS TRATAMIENTOS.....	33
GRÁFICO 4.2. % DE HUMEDAD DE LOS TRATAMIENTOS.....	34
GRÁFICO 4.3. % DE CENIZA DE LOS TRATAMIENTOS.....	34
GRÁFICO 4.4. % DE GRASA DE LOS TRATAMIENTOS.....	35
GRÁFICO 4.5. % DE FIBRA DE LOS TRATAMIENTOS.....	36
GRÁFICO 4.6. % PROTEÍNA DE LOS TRATAMIENTOS.....	37
GRÁFICO 4.7. % ENERGÍA DE LOS TRATAMIENTOS	38
GRÁFICO 4.8. % CARBOHIDRATOS DE LOS TRATAMIENTOS.....	38
GRÁFICO 4.9. RESULTADOS DE DUREZA MEDIANTE ANÁLISIS TPA.....	40
GRÁFICO 4.10. RESULTADOS DE ADHESIVIDAD MEDIANTE ANÁLISIS TPA....	41
GRÁFICO 4.11. RESULTADOS DE COHESIVIDAD MEDIANTE ANÁLISIS TPA....	42
GRÁFICO 4.12. RESULTADOS DE GOMOSIDAD MEDIANTE ANÁLISIS TPA.....	42
GRÁFICO 4.13. RESULTADOS DE ELASTICIDAD MEDIANTE ANÁLISIS TPA....	43
GRÁFICO 4.14. RESULTADOS DE MASTICABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS TPA.....	44

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad estudiar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por cáscaras de frutas, en diferentes porcentajes 5%, 10% y 15% en la elaboración de una galleta que cumpla con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2085 (2005) y la norma Mexicana NMX-F-006- (1983), aplicando un diseño DCA en arreglo factorial ($2 \times 3 + 1$). Se evaluaron las características bromatológicas de las harinas de cáscaras, en la naranja se obtuvo: proteína 4,11%, ceniza 3,34%, grasa 0,12%, humedad 8,72%, fibra total 13,69%, carbohidratos totales 70,02 y energía 280,09 Kcal/kg; y en la piña proteína 3,93%, ceniza 2,82%, grasa 0,25%, humedad 13,45%, fibra total 12,55%, carbohidratos totales 67 y energía 269,22 Kcal/kg. En las galletas se realizaron análisis fisicoquímicos pH, humedad, ceniza, grasa, fibra total, proteína, energía y carbohidratos, mediante análisis TPA con Texturómetro Shimadzu se determinó la dureza, adhesividad, cohesividad, gomosidad, elasticidad y masticabilidad. Estadísticamente sí existió diferencia significativa en los atributos evaluados, es decir, que el tipo de harina y sus porcentajes de sustitución sí influyeron en los parámetros fisicoquímicos y de textura. Mediante cataciones y análisis estadístico Friedman se estableció que el mejor tratamiento fue el T5 (10% harina de cáscara de piña) en cuanto a olor y sabor, y el testigo (100% harina de trigo) fue el mejor en color. En cuanto a los análisis de fibra dietética se obtuvo un 10,8% y los análisis microbiológicos mesófilos, mohos y levaduras estaban dentro de lo que establece la norma NTE INEN 2085 (2005).

PALABRAS CLAVES: Cáscaras de frutas, galletas, fibra dietética, sustitución parcial, análisis de perfil de textura.

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the effect of the partial substitution of wheat flour for fruit rinds, in different percentages of 5%, 10% and 15% in the elaboration of a cookie that complies with the requirements established in the NTE INEN standard. 2085 (2005) and the Mexican standard NMX-F-006- (1983), applying a DCA design in factorial arrangement ($2 * 3 + 1$). The bromatological characteristics of the peel flours were evaluated, in the orange it was obtained: protein 4.11%, ash 3.34%, fat 0.12%, humidity 8.72%, total fiber 13.69%, total carbohydrates 70.02 and energy 280.09 Kcal / kg; and in the protein pineapple 3.93%, ash 2.82%, fat 0.25%, humidity 13.45%, total fiber 12.55%, total carbohydrates 67 and energy 269.22 Kcal / kg. Physicochemical analysis pH, humidity, ash, fat, total fiber, protein, energy and carbohydrates were carried out in the cookies, using TPA analysis with Shimadzu Texturometer. Hardness, adhesiveness, cohesiveness, gumminess, elasticity and chewiness were determined. Statistically, there was a significant difference in the evaluated attributes, that is, that the type of flour and its substitution percentages did influence physicochemical and texture parameters. By means of statistical analysis and analysis, Friedman established that the best treatment was T5 (10% pineapple peel meal) in terms of smell and taste, and the control (100% wheat flour) was the best in color. Regarding the dietary fiber analysis, 10.8% was obtained and the mesophilic microbiological analyzes, molds and yeasts were within what is established by the NTE INEN 2085 standard (2005).

KEYWORDS: Fruit rinds, dietary fiber, partial substitution, biscuits, texture profile analysis.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el Ecuador existen empresas dedicadas a la elaboración de productos deshidratados, zumos, conservas y distribución de productos alimenticios, Cayo y Matos (2009) mencionan que en la mayoría de las fábricas existe una elevada cantidad de desechos orgánicos, cuya utilización puede ser de interés económico, entre ellos se encuentran las cáscaras de los cítricos que provienen de la extracción de jugos, asimismo Ramos (2014) indica que las industrias dedicadas a la elaboración de néctares, zumos y mermeladas únicamente utilizan la pulpa y desechan el 50% del fruto.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura citado por Pérez (2013) indica que el 46 por ciento del desperdicio de alimentos ocurre de manera significativa en los países desarrollados en las etapas de procesamiento, distribución y consumo incluso, cuando todavía son aptos para la alimentación humana.

Frente a este criterio Rincón *et al.*, (2005) manifiestan que los frutos cítricos además de los carbohidratos simples (fructosa, glucosa y sacarosa), también contienen polisacáridos no amiláceos (PNA), comúnmente conocidos como fibra dietética. A esto se suman, Matos y Chambilla (2010) en el cual recalcan que el mayor contenido de fibras se encuentra en las frutas y en los subproductos de éstas, como las cáscaras y hojas que tradicionalmente no se consumen, por lo que existe una gran cantidad de desperdicios mismos que pueden ser transformados en materias primas para la obtención de nuevos productos.

Cañas, Restrepo y Cortés (2011) sostienen que la corteza de la naranja tiene varios compuestos funcionales entre la más importante resalta la fibra dietética (FD), los mismos que tienen un contenido de FD total de 35,4% a 36,9% en base seca, además de un bajo contenido calórico (3,5 a 3,7 kcal/g), cabe resaltar que el tipo predominante de fibra en la naranja es la pectina, la cual conforma del 65 al 70% de la fibra total. Asimismo, mediante la cáscara de la piña se han producido bebidas en polvo conteniendo 25% de FD. La FD de la piña tiene

actividad antioxidante, además presenta propiedades de sabor y color neutro, lo que la hace apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto cuando es usada como suplemento de FD.

Además de lo antes mencionado, en la elaboración de galletas el ingrediente principal es la harina de trigo por su aporte nutritivo y por tener mayor aceptación con características de elasticidad, resistencia y estabilidad. Cedeño y Zambrano (2014) mencionan que los componentes principales de la harina de trigo son dos proteínas Glutenina y Gliadina, estas proteínas son tan importantes que sin ellas no se podría constituir ningún producto, ya que, al mezclarse con el agua, ellas forman lo que se llama gluten, que es una redcilla elástica que constituye la estructura de la masa.

En la provincia de Manabí se encuentran desechos orgánicos que generalmente son destinados para la alimentación animal mismos que si no son utilizados representan un problema de contaminación ambiental, por su parte, Pro Ecuador (2016) indica que la provincia de Manabí y el Guayas cuentan con una zona de cultivos perenne de naranja y piña muy alta según el censo del año 2014 de la producción de piña de un 126,454 tm y naranja 114,308 tm convirtiéndose en uno de los principales productos de consumo de frutas a nivel nacional.

En la ciudad de Calceta del cantón Bolívar existen grandes cantidades de desechos orgánicos provocados por el mal manejo de sistemas de control ambiental. El poco interés sobre la importancia de estos residuos deja un índice muy alto de desperdicios orgánicos que podrían aprovecharse, tal como es en la elaboración de galletas a base de harina de cáscara de naranja y piña. En base a lo antes mencionado los autores de esta investigación se plantean la siguiente interrogante:

¿Cómo influirá el aprovechamiento de los residuos de cáscaras de naranja y piña en la obtención de harinas para fines de galletería con perfil de textura y calidad nutricional?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los procesos agroindustriales dejan grandes desperdicios, por lo que entre la importancia de este trabajo de investigación se destacan el aprovechamiento de la cáscara de naranja y piña como componente y aporte nutricional, lo que es respaldado por Villalta (2012) en el cual menciona que en los procesos productivos el factor fundamental es la rentabilidad que depende del aprovechamiento máximo de los recursos, promocionando el apoyo tanto económico como intelectual en los procesos.

Por su parte, Herrera (2011) afirma que en la industria harinera ecuatoriana, del 90 al 95% importa trigo para derivados como: pan, pastas y otros, sin embargo, debido a la problemática mundial de alimentos, estratégicamente es necesario involucrar otras materias primas en la elaboración de productos con valor agregado.

La presente investigación se basa en la elaboración de galletas con diferentes porcentajes de harinas de cáscara de naranja y piña como sustitución parcial de harina de trigo y en función de esto, la incorporación de fibra dietética intrínseca de las frutas como mejoras nutricionales, además poder lograr que se obtenga un producto con una textura idónea, la cual representa alternativas de investigación e industrialización, evitando así que dichas cáscaras sean desechadas y ocasionen un impacto negativo en el medio ambiente.

Consecuentemente, Ribotta (2012) indica que la mayoría de los factores de riesgo determinantes de las enfermedades están relacionadas a la alimentación. Por lo tanto, las estrategias para mejorar la calidad de los alimentos apuntan a reducir el consumo de niveles de carbohidratos simples y de grasas saturadas. Así mismo, Herrera (2011) menciona que en el Ecuador existen problemas de mal nutrición, especialmente en niños de etapa preescolar y escolar, los cuales no disponen fácilmente de alimentos balanceados nutricionalmente, careciendo en su dieta de calcio, fósforo, hierro, fibra y proteína, por lo cual este producto estará diseñado bajo la iniciativa de ayudar y brindar beneficios saludables a los consumidores, pero exclusivamente será dirigido para los niños.

En el aspecto legal, la norma NTE INEN 1334-2 (2016) establece que los requisitos para rotulado de productos nutricionales para consumo humano, al comparar obtendremos información sobre cuánto de fibra dietética deberá tener un producto alimenticio y la vez la norma NTE INEN 2085:05; NMX-F 006:83 para galletas, en la cual los parámetros análisis fisicoquímicos y microbiológicos deben estar comprendidos en el rango que indica la normativa.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer la influencia de las harinas de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y piña (*Ananás comosus*) en galletas sobre el perfil de textura y calidad nutricional

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las harinas de cáscara de naranja y piña mediante análisis bromatológicos
- Determinar la composición nutricional y propiedades texturales de las galletas mediante la sustitución parcial de harinas de cáscara de frutas, para mejorar la calidad fisicoquímica
- Establecer el grado de aceptabilidad de las galletas con harinas de cáscara de naranja y piña mediante análisis sensorial, utilizando un panel de jueces no entrenados
- Evaluar el efecto de la incorporación de las harinas en la elaboración de galletas sobre la variable fibra dietética y microbiológica al mejor tratamiento

1.4. HIPÓTESIS

H₁: Al menos uno de los tratamientos con harinas de cáscara de naranja y piña tienen efectos sobre la textura y calidad nutricional en una galleta

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ALIMENTO FUNCIONAL

Pereira *et al.*, (2010) mencionan que los alimentos funcionales son aquellos productos alimenticios que aportan efectos saludables, además de los componentes nutricionales básicos, se considerará funcional si se demuestra que el mismo puede afectar benéficamente una o más funciones de destino en el cuerpo, además de tener efectos nutricionales adecuados, de manera que sea tanto relevante para el bienestar y la salud en cuanto a la reducción del riesgo de una enfermedad. Millone, Olagnero y Santana (2011) refieren que un alimento funcional es el que demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedades, o ambas cosas

2.2. GALLETAS

Hernández, García, Calle y Duarte (2014) las galletas son el resultado del horneado de piezas de masa formada con diferentes materias primas y estas pueden ser divididas en dos grupos fundamentales: los que transmiten propiedades de ligadura y dureza a la masa, (harina, agua, sal) pueden incluirse en este grupo también, los sólidos de la leche, claras de huevo, cocoa o productos de chocolate y los que transmiten características suavizantes a la masa (azúcar, grasas, yemas de huevo, leudantes), así mismo NTE INEN (2005) indica que son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano.

2.2.1. GALLETAS CON FIBRA

Según Ortega *et al.*, (2016) el desarrollo de nuevos productos es un constante desafío para la investigación científica y aplicada y se ha observado que el diseño de alimentos es esencialmente una forma de optimizar los ingredientes claves para generar la mejor formulación. Varios estudios han demostrado que la fibra dietaría puede aumentar la saciedad y disminuir el apetito, contribuyendo así al control de la ingesta de alimentos. El mecanismo por el cual esto ocurre no se entiende completamente y puede ser debido a consecuencias de las propiedades físico-químicas de la fibra como su baja densidad de energía, aumento de la viscosidad y reducción de la absorción de alimentos, o a la acción directa de los ácidos grasos de cadena corta generados durante la fermentación colónica. Consumer (2002) menciona que la fibra consigue beneficios a nivel metabólico, como regularizar el tránsito intestinal y controlar el colesterol plasmático. A pesar de ello, no conviene ingerir fibra en cantidades excesivas.

A continuación, se presenta un cuadro de marcas de galletas enriquecidas con fibra detallado por (Consumer, 2002).

Cuadro 2.1. Galletas enriquecidas con fibra

Marca	Contenido en fibra alimentaria (%)
Cuétara	12,3
Flora	5,60
Virginias	6,89
Gerblé	16,9
Marbú	4,60

Fuente: Consumer (2002)

2.3. FIBRA DIETÉTICA

La fibra dietética es la fracción de la pared celular de las plantas compuestas por lignina y polisacáridos no almidónicos, resistentes al hidrolisis de las enzimas digestivas del ser humano. Gray (2006) indica que la fibra dietética está formada por polímeros de carbohidratos y polisacáridos no amiláceos que son los

principales componentes de las paredes de las células vegetales. Éstos incluyen a la celulosa, las hemicelulosas, los hemiglucanos y las pectinas, así como otros polisacáridos provenientes de vegetales y algas, como las gomas y los mucílagos. Otros componentes incluidos son los polisacáridos de reserva no digeribles, como la inulina y el almidón resistente.

2.3.1. CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA

López y Marcos (1999) citado por Santiago (2014) mencionan que la fibra dietética se clasifica con base en su solubilidad en agua FDS y FDI ambos tipos de fibra tienen efectos fisiológicos distintos, siendo estos determinados principalmente por las porciones que guardan estas dos fracciones, sin importar su origen.

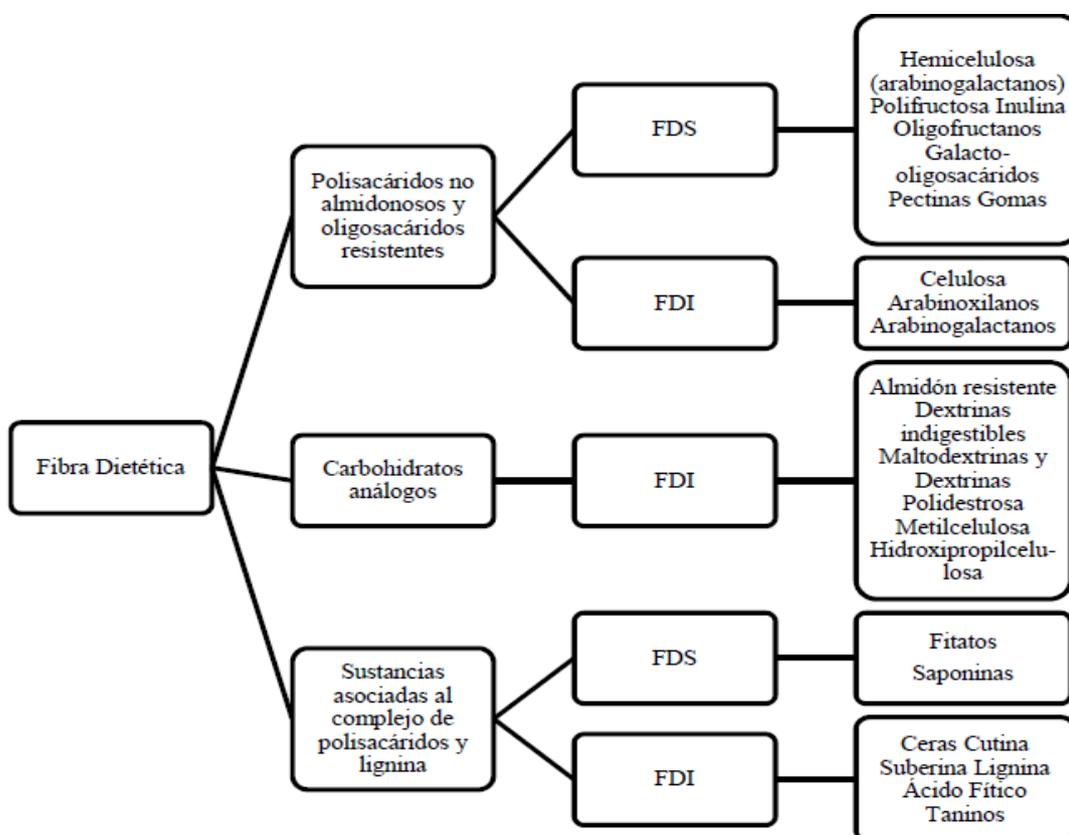


Figura 2.2. Clasificación de la fibra dietética

Fibra dietética soluble: Forma una dispersión en agua, por lo que favorece la formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal, entre los componentes solubles se encuentran las pectinas, gomas (β -glucanos y pentosanos),

mucílagos y algunas hemicelulosa; este tipo de fibra se halla en las paredes celulares (Betancur, Pérez y Chel, 2003).

Fibra dietética insoluble: Tiene propiedad de retener agua, por lo que aumenta el volumen de las heces, lo que facilita su evacuación, asociándose con la prevención y alivio de algunos trastornos digestivos como el estreñimiento y la constipación Santiago (2014). Se encuentra constituida por celulosa, la hemicelulosa insoluble y lignina, que se encuentran en las envolturas de los granos y proporcionan estructura a las células de las plantas; se localizan en todos los tipos de material vegetal (Betancur, Pérez y Chel, 2003).

Carbajal (2013) menciona que la mayoría de los alimentos tienen una mezcla de ambos tipos de fibra. El contenido medio de fibra soluble en algunos alimentos, expresado como porcentaje del contenido total de fibra, es el siguiente: 32% en cereales, verduras y hortalizas, 25% en leguminosas y 38% en frutas.

2.3.2. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA FIBRA DIETÉTICA

Las propiedades funcionales tecnológicas que presenta la fibra dietética como la capacidad de retención de agua y aceite, tienen efectos benéficos en los productos alimentarios y efectos fisiológicos en el organismo del ser humano, su consumo previene distintas enfermedades como el cáncer del colon, diabetes, enfermedades cardiovasculares, ayuda a la disminución del colesterol, etc. El contenido de fibra dietética se encuentra mayormente en las frutas y hortalizas, así como en sus subproductos, como las cáscaras y hojas, las cuales pueden ser aprovechadas mediante procesos tecnológicos para la obtención de fibra dietética (Matos y Chambilla, 2010).

2.3.2.1. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA), expresa la máxima cantidad de agua en ml, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de agua bajo la acción de una fuerza patrón. Los resultados se expresan en mililitros de agua por gramo de muestra seca. De esta propiedad depende el efecto fisiológico de la fibra y el nivel máximo de incorporación a un alimento. La retención de agua afecta la viscosidad de los productos facilitando o dificultando

su procesamiento. Entre los factores que influyen en la capacidad de retención de agua en la fibra, se encuentran el tamaño de partícula, el pH y la fuerza iónica. Esta propiedad confiere un efecto de frescura y suavidad en productos horneados (Matos y Chambilla, 2010).

- **CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE ACEITE (CRa)**

Baena *et al.*, (2012) citado por Cedeño y Zambrano (2014) indican que la capacidad de retención de aceite, es la máxima cantidad de aceite en ml, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de la fuerza. Las partículas con gran superficie presentan mayor capacidad para absorber y atrapar componentes de naturaleza aceitosa; la grasa es atrapada en la superficie de la fibra principalmente por medios mecánicos. Se ha observado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción de grasa que las fibras solubles, sirviendo como emulsificante.

- **CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO (CH)**

Cruz (2002) citado por Cedeño y Zambrano (2014) refiere que es la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua. Ésta propiedad es influenciada por la cantidad de componentes, porosidad y tamaño de la partícula de la fibra. En la industria panificadora la inclusión de la fibra, en referencia a esta propiedad, soluciona problemas relacionados con la pérdida de volumen y humedad, proporcionando mayor estabilidad durante la vida de anaquel al favorecer una apariencia de frescura.

2.4. CÁSCARA DE NARANJA

Sarmiento *et al.*, (2015) la cáscara de naranja es rica en flavonoides, unos poderosos antioxidantes que ayudan a reducir el daño oxidativo y combatir los radicales libres, almacena gran parte de propiedades, como vitamina A, enzimas, fibra y pectina. Garau *et al.*, (2007) citado por Cañas, Restrepo y Cortés (2011), evaluaron la influencia del proceso de deshidratación sobre la composición de la pared celular, las propiedades funcionales de la FD y la actividad antioxidante de

la cáscara de naranja, obteniendo un producto con altos niveles en FD, capacidad antioxidante y resistencia a los diferentes tratamientos térmicos.

La fracción principal encontrada en las harinas de las cáscaras de naranja es la fibra dietética insoluble FDI que representa entre 95 y 98% de la fibra dietética total, resultados similares a los de guayaba (96%), esto puede deberse a que el contenido de celulosa en la pared celular de las harinas de las cáscaras de naranja es alto, pues esta fracción de fibra está constituida principalmente de celulosa y lignina. Funcionalmente, la fracción soluble determina la solubilidad, hinchamiento, capacidad de retención de agua y viscosidad de la fibra, que son factores determinantes cuando se realiza su incorporación en un alimento (Rincón *et al.*, 2005).

2.5. CÁSCARA DE PIÑA

La cáscara de piña conocido como subproducto de los desechos de industrialización, tiene varios beneficios como materia prima para otros productos, tanto en el campo de alimentos como en la obtención de polímeros biodegradables. Como menciona Palacios y Sánchez (2015) la piña genera una cantidad importante de migajas que pueden ser conservados y utilizados en la alimentación animal y humana. En la cáscara de piña se han encontrado valores de fibra dietética de 70.6% (p/p), asociada a un elevado contenido de miricetina, principal polifenol identificado.

2.6. FUNCIONALIDAD DE LOS INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS

2.6.1. HARINA DE TRIGO

Según la norma CODEX (1985) define como el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinados de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura.

Hernández, García, Calle y Duarte (2014) la proteína más importante de la harina es el gluten, cuyo contenido en las harinas para industria galletera es bajo (7-9%). Una proporción adecuada de agua y harina, como ocurre en la fabricación de pan, hace que el gluten forme una masa viscoelástica, sin embargo, en el caso de las galletas de masa corta, donde hay poca cantidad de agua y sustancias que interfieren como la grasa o el azúcar, el gluten no es capaz de hidratarse. Aun así, la presencia de gluten es uno de los factores que más afecta al diámetro de las galletas. De hecho, en la galleta el contenido en gluten se relaciona con el diámetro final de la misma, de tal forma que el diámetro de las galletas disminuye conforme aumenta el contenido de gluten. Palacios y Sánchez (2015) el gluten es capaz de dar coherencia a las masas, de manera que se puedan estirar, laminar y manipular sin problemas, y de retener el gas producido en la fermentación.

2.6.2. AZÚCAR

En general, los azúcares tienen una función edulcorante, pero además constituyen un substrato para la fermentación, influyen en el color y aroma de los productos, por medio de las reacciones de Maillard y de caramelización, modifican la reología de las masas y la textura de los productos, e incrementan su vida útil. La influencia del azúcar sobre el volumen del producto final es decisiva, puesto que juega un papel triple, facilita la incorporación de aire e incrementa la viscosidad durante el mezclado y retrasa la temperatura de gelatinización de los almidones, facilitando su expansión. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que la adición de azúcar retrasa la formación de la red de gluten, al competir con las proteínas por el agua libre, obligando al incremento de los tiempos de amasado (Palacios y Sánchez, 2015)

2.6.3. GRASA

La adición de grasa en las masas tiene efectos importantes en el procesado de las mismas y en la calidad del producto terminado. Palacios y Sánchez (2015) mencionan que estas masas son más extensibles, más estables y resistentes al final de la fermentación, presentan un incremento mayor del volumen durante el

horneado, ya que la grasa retrasa la gelatinización del almidón y la desnaturalización del gluten, por lo que se obtienen panes con mayor volumen y una textura más suave y jugosa. Con respecto a las galletas, cumple una función esencial en la incorporación de aire a la masa e influye en la consistencia y pegajosidad.

2.6.5. AGUA

Es el segundo componente mayoritario de la masa y es el que hace posible el amasado de la harina. El agua hidrata la harina facilitando la formación del gluten, con ello y con el trabajo mecánico del amasado se le confieren a la masa sus características plásticas: la cohesión, la elasticidad, la plasticidad y la tenacidad o nervio. La presencia de agua en la masa también es necesaria para el desarrollo de las levaduras que han de llevar a cabo la fermentación del pan (Mesas y Alegre, 2002).

2.6.4. HUEVOS

En pastelería los huevos resultan esenciales como agentes de hidratación y emulsión. Las recetas se refieren siempre a huevos de gallina, que difieren de los de otras aves en su contenido proteico. Llerena (2010) recalca que las funciones de los huevos al adicionar a las masas proporcionan al producto un color atractivo y valor nutritivo importante, ayudando a dar buen sabor al producto terminado, la yema contiene un emulsionante vegetal (lecitina), en el cual actúa como un agente antienviejecedor.

2.6.6. LECHE

Desamparados (2015) la leche contribuye a la textura, gusto, color de superficie y le aporta un valor nutricional extra. La presencia de aminoácidos provenientes de la leche favorece las reacciones de pardeamiento durante el horneado, contribuyendo a la obtención del color y el aroma deseado. Actualmente la mayoría de la leche utilizada es en polvo, dada su facilidad de manejo y bajo contenido en humedad, lo que prolonga la vida útil de la galleta.

2.6.7. LEVADURA

En panadería se llama levadura al componente microbiano aportado a la masa con el fin de hacerla fermentar de modo que se produzca etanol y CO₂. Este CO₂ queda atrapado en la masa la cual se esponja y aumenta de volumen. A este fenómeno se le denomina levantamiento de la masa). Los microorganismos presentes en la levadura son principalmente levaduras que son las responsables de la fermentación alcohólica, pero también se pueden encontrar bacterias que actúan durante la fermentación dando productos secundarios que van a conferir al pan determinadas características organolépticas, en concreto una cierta acidez (Mesas y Alegre, 2002).

2.6.8. ADITIVOS

2.6.8.1. SAL COMÚN

Su objetivo principal es dar sabor al pan. Además, es importante porque hace la masa más tenaz, actúa como regulador de la fermentación, favorece la coloración de la corteza durante la cocción y aumenta la capacidad de retención de agua en el pan (Mesas y Alegre, 2002).

La sal se utiliza en casi todas recetas de galletas debido a su sabor y propiedades de intensificación del mismo. Cárdenas (2008) indica que además de esta propiedad, actúa en las masas con gran desarrollo de gluten. La sal endurece el gluten y produce masas menos adherentes; reduce la velocidad de fermentación e inhibe la acción de las enzimas proteolíticas sobre el gluten.

2.6.8.2. POLVO PARA HORNEAR

Hernández *et al.*, (2014) los leudantes químicos o polvos de hornear son utilizados para lograr el crecimiento de las piezas durante el horneado por la producción de CO₂ bajo las condiciones favorables de humedad y temperatura. Todos los polvos de hornear disponen como fuente alcalina el bicarbonato de sodio.

2.7. REOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

Rodríguez, Fernández y Ayala (2005) indican que la reología de alimentos es el estudio de la deformación y flujo de materias primas, productos intermedios y productos terminados en la industria de alimentos. La ciencia de la reología tiene varias aplicaciones en los campos de la aceptabilidad, diseño de equipos, procesamiento y manejo de alimentos. Estas propiedades están íntimamente relacionadas con las propiedades fisicoquímicas y funcionales de los constituyentes de un sistema alimenticio, así como, las variables de operación que se aplican en las diferentes etapas del proceso. La masa de un producto amiláceo se considera como un sistema complejo e inestable que se somete a una modificación continua en sus características físicas a través de las acciones de fuerzas físicas, químicas y biológicas.

Silvas *et al.*, (2013) manifiestan que las propiedades reológicas de la masa, tales como la viscoelasticidad, la adhesividad, la extensibilidad, la fuerza y la resistencia que opone cuando es sometida a una deformación, están estrechamente relacionadas con las interacciones moleculares entre los componentes de la masa, y entre las más importantes se encuentran las que se dan entre agua y proteínas. Ramírez (2006) menciona que el campo de la reología se extiende, desde la mecánica de fluidos newtonianos por una parte, hasta la elasticidad de Hooke por otra. La región comprendida entre ellas corresponde a la deformación y flujo de todos los tipos de materiales pastosos y en suspensiones.

2.7.1. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS Y TEXTURALES

Una propiedad textural muy importante durante el procesamiento y la transformación de las masas es la pegajosidad, la cual se define como la fuerza de adhesión que resulta cuando dos superficies se ponen en contacto. En la mayoría de los sistemas alimenticios, las fuerzas de adhesión son la combinación de una fuerza adhesiva y cohesiva. Cuando la fuerza adhesiva es mayor que la cohesiva se conoce como un estado pegajoso. Debido a que las propiedades de adhesividad y cohesividad de la masa se confunden, es esencialmente difícil determinar qué factor o factores afectan su pegajosidad, por

lo cual se afirma que cualquier factor que afecte la reología de la masa podría potencialmente afectar dicha propiedad textural (Rodríguez, Fernández y Ayala, 2005).

2.8. TEXTURA

La textura se puede definir como el atributo de un producto alimenticio que resulta de una combinación de propiedades físicas y químicas, percibidas en gran medida mediante los sentidos del tacto, vista y oído. Los métodos utilizados para medir textura son muy variados e incluyen agujas de diferentes tipos, de punzones, células de pruebas y extrusores. Cualquier sistema escogido debe permitir, dentro de la muestra, la aplicación de fuerzas tensoras, compresoras, flexoras y de cizalla Lewis (1993) citado por González (2007)

Lewis (1993) citado por González (2007) indican algunos métodos que se describen a continuación:

Métodos fundamentales: Son métodos diseñados para medir una o varias propiedades físicas bien definidas de una muestra y relacionar esta propiedad con características texturales determinadas mediante técnicas sensoriales.

Métodos imitativos: Intenta simular en cierto grado las fuerzas y deformaciones a las que está sometido el alimento mientras está siendo consumido.

Métodos empíricos: Estos métodos miden propiedades de los productos a menudo no bien definidos y que no pueden expresarse fácilmente en unidades fundamentales.

Rodríguez, Fernández y Ayala (2005) indican que la textura es un factor de aceptabilidad sensorial importante para la aprobación de algunos alimentos por parte del consumidor. Las propiedades texturales de un alimento son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material y se relacionan con la deformación, desintegración y flujo por la aplicación de una fuerza, una propiedad importante del alimento que se asocia con la textura es su comportamiento reológico. Ya que la textura incluye un número de

sensaciones físicas diferentes, es más conveniente utilizar el término propiedades texturales que textura.

Rodríguez, Fernández y Ayala (2005) dentro de las propiedades texturales medibles tenemos las siguientes:

Fracturabilidad: La fuerza al primer rompimiento significativo en la curva.

Dureza: La máxima fuerza durante el primer ciclo de compresión.

Adhesividad: El área bajo la curva de fuerza de cualquier pico negativo después del primer ciclo de compresión.

Cohesividad: La razón del área bajo la curva de fuerza positiva de la segunda compresión con respecto a la primera compresión (adimensional)

Elasticidad: La altura que recupera el espécimen durante el tiempo entre el final del primer golpe y el comienzo del segundo.

Gomosidad: El producto de la dureza y la cohesividad.

Masticabilidad: El producto de la elasticidad y la gomosidad.

2.9. MEDIDORES INSTRUMENTALES DE TEXTURA DE SÓLIDOS Y SEMISÓLIDOS

Según Castro (2007) la textura puede considerarse como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento. Es un atributo importante de calidad que influye en los hábitos alimentarios, la salud oral y la preferencia del consumidor, en el procesamiento y manipulación de alimentos, puede tomarse como índice de deterioro. La importancia de la textura en la calidad total varía ampliamente en función del tipo de alimento, entre otros factores, por ejemplo, aquellos casos donde la textura puede ser un factor crítico en la calidad de alimentos tales como papas fritas, hojuelas de maíz, galletas y otros productos crujientes. Es por todo esto que existe mucho interés por tratar de medir la textura a través de métodos cuantitativos.

2.9.1. PENETRÓMETROS

Se basan en la medición, en un intervalo de tiempo, de la distancia o fuerza de penetración de un vástago cilíndrico, aguja, cono o bola en el alimento (Castro, 2007)

2.9.1.1. PRUEBAS DE PENETRACIÓN CON UN TEXTURÓMETRO

En estas la penetración en el alimento se lleva hasta una profundidad tal que cause un aplastamiento irreversible o flujo del material, por lo general se mide la “fuerza máxima de penetración” como una medida de la firmeza o consistencia del producto, pero a partir de las curvas de fuerza vs. distancia, pueden calcularse otros parámetros: módulo elástico aparente, deformabilidad, entre otros (Castro, 2007).

2.9.2. COMPRESÍMETROS

Estos instrumentos miden la resistencia del alimento a la compresión. Al igual que en la penetración, estos equipos pueden medir tanto la fuerza necesaria para producir una deformación dada, como la deformación causada por una determinada fuerza. El compresímetro de Baker producido por F. Watkins Corp. es probablemente el más conocido y es un método estándar para determinar la firmeza del pan (Castro, 2007).

2.9.2.1. PRUEBAS DE COMPRESIÓN EN UN TEXTURÓMETRO

Una prueba de compresión muy utilizada, en el análisis de la textura de los alimentos, es el llamado Análisis del Perfil de Textura (TPA). Desarrollado por un grupo de investigadores del General Foods Corporation en los años 60, mediante el uso de un texturómetro de la misma firma para obtener varios parámetros de textura, ha demostrado la elevada correlación que existe entre las mediciones por esta técnica y la evaluación sensorial (Friedman y col, 1963; Szczesniak, 1963). Bourne (1968) fue el pionero en adaptar una máquina Instron para desarrollar el análisis del perfil de textura (Castro, 2007).

2.9.3. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

El análisis de perfil de textura se puede efectuar utilizando una máquina universal de ensayos Instron, un analizador de textura (T³-XT2), o un G. F. Texturómetro. El método comprime una porción del alimento dos veces en movimientos recíprocos que imitan la acción de la quijada de una persona, obteniéndose siete parámetros texturales de una curva de fuerza-tiempo, cinco son medidos directamente y dos son calculado indirectamente (Rodríguez, Fernández y Ayala 2005)

Castro, Novoa, Algecira y Buitrago (2014) manifiesta que el análisis de perfil de textura, es una prueba basada en la imitación del proceso de masticación. El resultado obtenido relaciona la fuerza aplicada en función del tiempo, mediante una curva que permite definir una amplia variedad de parámetros de textura tales como firmeza, fracturabilidad, adherencia, elasticidad, cohesión, gomosidad, masticabilidad, entre otros.

CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se llevó a efecto en el taller de frutas y vegetales del área agroindustrial así como también los respectivos análisis en los laboratorios de bromatología y microbiología perteneciente a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM “MFL” ubicada en sitio El Limón, cantón Bolívar, mientras que el análisis de perfil de textura se realizó en el departamento de investigación de la ULEAM ubicada en la ciudad de Manta en la provincia de Manabí, y para los análisis de fibra dietética en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) de la Universidad de Ambato.

La investigación realizada fue de tipo Experimental porque se evaluó la sustitución parcial de harina de trigo con harina de cáscara de frutas, para sus análisis y comparación de los resultados obtenidos frente a un testigo, siendo de tipo descriptiva porque se describió cada una de las etapas a realizar y bibliográfica a partir de varios autores de artículos científicos, libros, revistas, entre otros documentos donde se recopiló información comparable a la investigación.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

3.3.1. FACTORES

FACTOR A: Tipos de harinas (harina de cáscara de naranja y piña)

FACTOR B: Porcentaje de sustitución de harina de trigo

3.3.2. NIVELES

- **Niveles del factor A**

a1: Harina de cáscara de naranja

a2: Harina de cáscara de piña

- **Niveles del factor B**

b1: 5% de sustitución (en relación al % de harina de trigo)

b2: 10% de sustitución (en relación al % de harina de trigo)

b3: 15% de sustitución (en relación al % de harina de trigo)

3.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos asignados con sus respectivos códigos son los que se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.1. Detalle de los Tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
t1	a1b1	Harina de cáscara de naranja + 5% de sustitución
t2	a1b2	Harina de cáscara de naranja + 10% de sustitución
t3	a1b3	Harina de cáscara de naranja + 15 % de sustitución
t4	a2b1	Harina de cáscara de piña + 5% de sustitución
t5	a2b2	Harina de cáscara de piña + 10% de sustitución
t6	a2b3	Harina de cáscara de piña + 15% de sustitución
Testigo	x	100% harina de trigo

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial de $2 \times 3 + 1$, con tres repeticiones, mismo que se ajustó al siguiente modelo matemático.

$$Y_{yk} = \mu + a_i + b_k + ab_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad [3.1]$$

Dónde:

μ = Fuente de variación total.

a_i = Fuente de variación del factor A

b_k = Fuente de variación del factor

ab_{ij} = Fuente de variación de la interacción

ε_{ijk} = Fuente de variación del error experimental.

Cuadro 3. 2. Esquema de ANOVA factorial A*B

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	17
Factor A	1
Factor B	2
Interacción de A*B	2
Error experimental	12

Para identificar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos y el testigo se efectuará un ANOVA de un factor, que se ajusta al modelo presentado en la ecuación 3.2. En este caso de no haber existido diferencias entre la medida se procedió a realizar un contraste mediante la prueba de tukey.

$$Y_{YK} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad [3.2]$$

Dónde:

μ = Fuente de variación total.

T_i = Fuente de variación de los tratamientos.

ε_{ij} = Fuente de variación del error experimental.

Cuadro 3.3. Esquema ANOVA de un factor

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos+ testigo	6
Error experimental	14
Total	20

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó como unidad experimental 1kg de masa compuesta por el 60% de harina trigo, a la que se le asignó los tratamientos, en una relación de 5%, 10% y 15% de sustitución de cada tipo de harina (cáscara de naranja y piña). En el siguiente cuadro se detallan los valores asignados a los tratamientos.

3.7. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

En la **(figura 3.1)** se muestra el diagrama de proceso de la elaboración de harina de cáscara de naranja y piña mediante el método de secado en la estufa, mientras que en la **(figura 3.2)** se muestra el diagrama de proceso de la elaboración de galleta.

3.7.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA

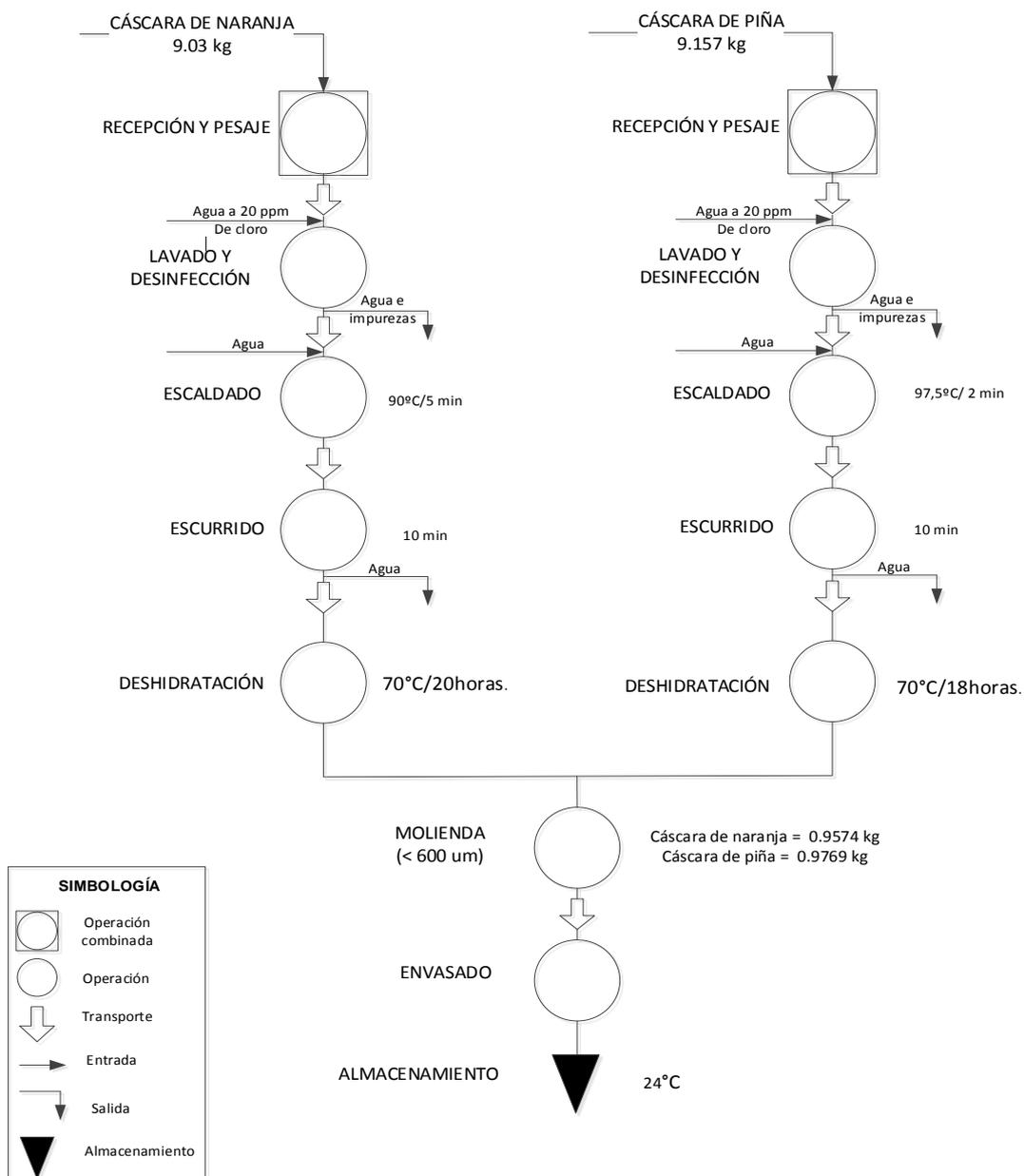


Figura 3.1. Diagrama de proceso de la elaboración de harina de la cáscara de naranja y piña

RECEPCIÓN: En esta primera etapa se procedió a determinar por medio del análisis organoléptico la calidad de las materias primas, tomando en cuenta que no hayan presentado daños físicos en su estructura, verificando que estén en buen estado de madurez, (piñas en estado de madurez de 4 a 5, naranjas entre 3 y 4), se pesaron en una balanza gramera digital 9.03 kg de cáscara de naranja y 9.157 kg de cáscara de piña, para luego obtener el rendimiento de las cáscaras en la deshidratación.

LAVADO Y DESINFECCIÓN: En el proceso de lavado y luego desinfección se utilizaron 7ml de hipoclorito de sodio con una solución de 200 ppm por cada litro de agua, mismas que fueron sumergidas por un lapso de 5 minutos.

ESCALDADO: Se procedió a escaldar las cáscaras utilizando una olla de acero inoxidable, (Santiago, 2014) indica que esta operación sirve para destruir enzimas e inactivar algunos microorganismos presentes en las materias primas además ayuda a evitar que sustancias amargas como la limonina se intensifiquen en las cáscaras de naranja, sumergiéndolas en agua a una temperatura de 90°C/5min, mientras que la piña a temperatura de 97,5°C/2min.

ESCURRIDO: Luego del escaldado se procedió a escurrir las cáscaras con un colador, por un lapso de 10min con el fin de retirar el excedente de agua.

DESHIDRATADO: Se realizó en una estufa Memmert Schutzart con potencia de 5800 W y 8,4 A, las naranjas fueron sometidas a una temperatura de 70°C durante 20 horas mientras que las piñas a 70°C durante 18 horas, con el fin de no afectar las características de sabor y alcanzar una humedad final idónea de 10% según la norma NTE INEN 2085.

MOLIENDA: Se la realizó en un molino martillo obteniendo las harinas de cáscara de naranja y piña luego se tamizaron con un tamiz ASTM E-11 de 600 um de acero inoxidable logrando obtener un tamaño de partículas uniformes.

ALMACENAMIENTO: Después de haber obtenido los diferentes tipos de harinas se procedió a empacar y sellar herméticamente en fundas de polietileno (Ziploc), dejándolas almacenadas en un lugar seco, protegido de la luz solar y humedad.

3.7.2. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARA DE FRUTAS

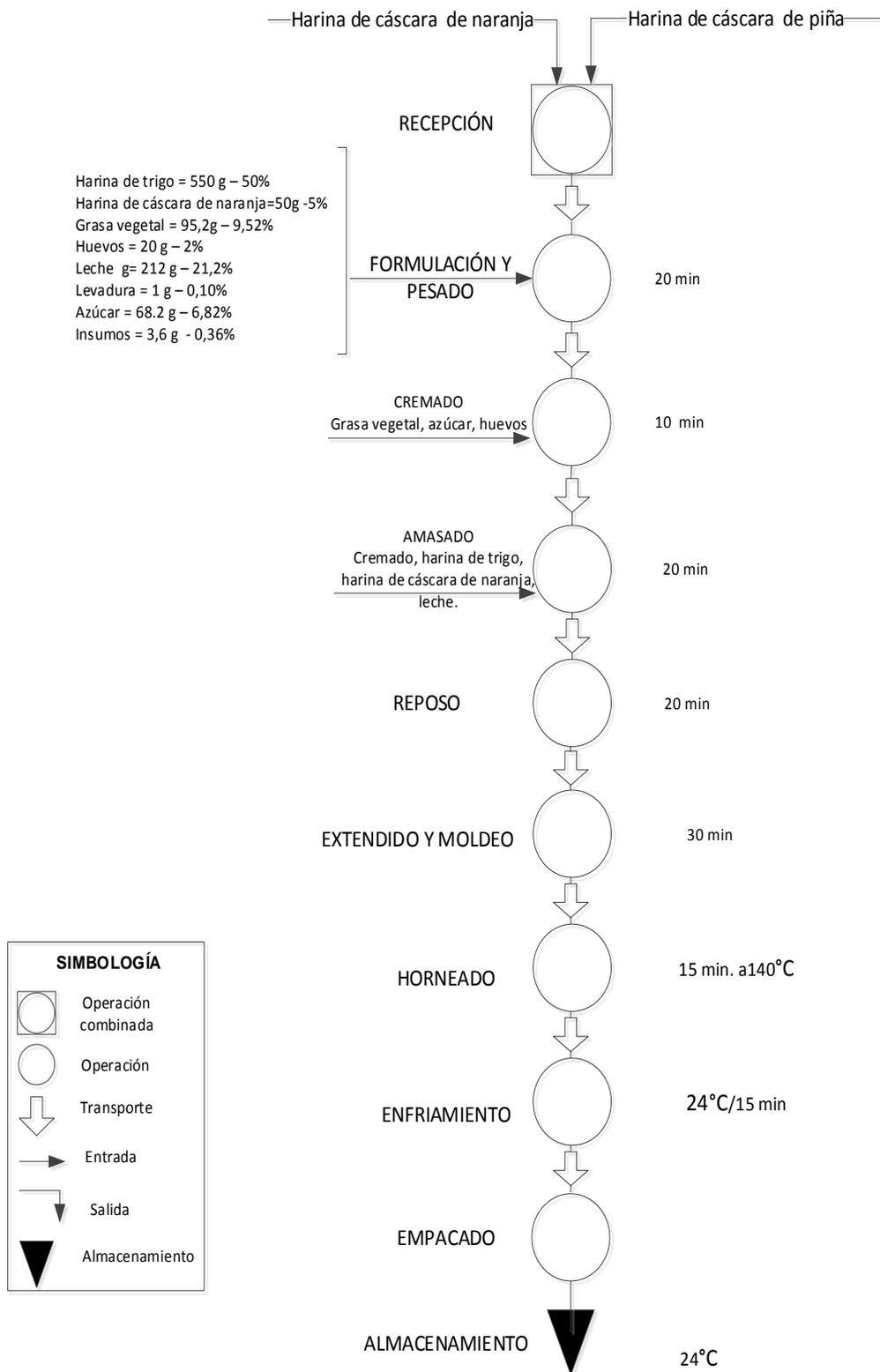


Figura 3.2. Diagrama de proceso de la elaboración de galleta

RECEPCIÓN: En esta operación se receptaron los dos tipos de harinas obtenidas en el proceso anterior, cumpliendo con las características organolépticas, es decir que se encuentren en buen estado sin grumos y agentes extraños en su composición.

FORMULACIÓN: Se procedió hacer los respectivos cálculos, proceso en el cual se pesaron las harinas tanto de cáscara de naranja, trigo e insumos, con relación al **cuadro 3.4.** donde están establecidos los pesos adecuados para cada uno de los ingredientes que se utilizaron.

CREMADO: Se procedió a mezclar 95,2g de grasa vegetal, 68,2g de azúcar y 20g de huevos, batiendo durante 10 minutos hasta obtener una consistencia suave y cremosa.

AMASADO: En el mezclado y amasado se integró 550g de harina de trigo, 50g de harina de cáscara de naranja y demás ingredientes, a esta mezcla se le adicionó el cremado y se amasó durante 20 minutos hasta que se obtuvo una masa suave y homogénea con un peso de 1,013 g.

DEMORA: Se dejó en reposo por 20 minutos momento en el cual actuaron las levaduras en la masa.

EXTENDIDO Y MOLDEO: Manualmente con un rodillo de madera se extendió la masa en bandejas de aluminio y se moldeó uniformemente las galletas con un diámetro de 7cm.

HORNEADO: Las galletas fueron horneadas a una temperatura de 140°C durante 15 minutos.

ENFRIAMIENTO: Esta operación se la realizó durante 15 minutos a temperatura ambiente a 24°C.

EMPACADO: Posteriormente se pesó y se determinó el rendimiento del producto final, se empacaron en fundas plásticas con cierre hermético (Ziploc).

ALMACENAMIENTO: Finalmente se almacenó en un lugar seco libre de humedad, hasta realizar los respectivos análisis bromatológicos, fisicoquímicos, microbiológicos y de caracterización a los mejores tratamientos.

3.8. VARIABLES A MEDIR

ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

- ✓ Dureza (Texturómetro SHIMADZU)
- ✓ Adhesividad (Texturómetro SHIMADZU)
- ✓ Cohesividad (Texturómetro SHIMADZU)
- ✓ Gomosidad (Texturómetro SHIMADZU)
- ✓ Elasticidad (Texturómetro SHIMADZU)
- ✓ Masticabilidad (Texturómetro SHIMADZU)

ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

- ✓ Humedad (NTE INEN 464)
- ✓ pH (método potenciómetro digital)
- ✓ Ceniza (INEN 467)
- ✓ Fibra cruda (INEN 542)
- ✓ Grasa (método AOAC 17th)
- ✓ Proteína (método Kjeldahl)
- ✓ Energía y Carbohidratos (método empleado cálculo)

ANÁLISIS SENSORIAL

Para el análisis sensorial de las galletas se utilizó una prueba afectiva de satisfacción de escala hedónica de cinco puntos evaluando los atributos color, olor y sabor la cual engloba lo siguiente (me gusta mucho, me gusta poco, me es indiferente, me disgusta moderadamente y me disgusta mucho), cabe recalcar que las muestras fueron evaluadas por un panel de jueces no entrenados (estudiantes universitarios de semestres superiores).

ANÁLISIS AL MEJOR TRATAMIENTO

- ✓ Microbiológicos (R.E.P. ufc/g, mohos y levaduras upc/g) (NTE INEN 2085:05).
- ✓ Fibra dietética total (NTE INEN 1334-2:16).

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para las variables en estudio se ejecutaron las pruebas de normalidad (test Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de varianza (test Levene), donde cumple los supuestos se precedió a las siguientes pruebas:

- ✓ Análisis de varianza (ANOVA): permitiendo obtener las diferencias significativas estadísticas.
- ✓ Prueba de significación de DUNNETT al 5 %: permitiendo establecer la diferencia del testigo frente a los tratamientos.
- ✓ Coeficiente de variación (CV): permitiendo analizar los datos obtenidos con respecto a las variables.
- ✓ Prueba no paramétrica Friedman: permitiendo establecer los atributos sensoriales de forma estadística, midiendo el grado de aceptabilidad de los tratamientos.

En caso de no cumplir con los supuestos del ANOVA se empleará la prueba de Kruskal Wallis, que se detalla a continuación.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{R_j^2}{N_j} - 3(N+1)$$

Donde:

N_j = número de observaciones de cada uno de los j -ésimos tratamientos

$N = \sum n_j$ = el número de observaciones de todos los tratamientos

R_j = suma de rangos en los tratamientos j -ésimos

j = índice de los "t" tratamientos

3.10. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2008

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE CÁSCARAS DE NARANJA Y PIÑA

En el cuadro 4.1. se detallan los resultados del rendimiento de los dos tipos de harinas (materia prima) después de haber obtenido mediante el proceso de deshidratación de las cáscaras de naranja y piña por el método estufa, en las cuales se obtuvo un rendimiento de 0,95 kg que represento un 89,4% de harina de cáscaras de naranja y un 0,97 kg representando un 93,48% de harina de cáscaras de piña.

Cuadro 4.1. Resultados del rendimiento de las harinas mediante el proceso de deshidratación.

MATERIA PRIMA	PESO INICIAL Kg	PESO RESIDUO TAMIZADO Kg	PESO FINAL Kg	RENDIMIENTO
HARINA DE CÁSCARA DE NARANJA	9.03	0,25	0.95	89,4 %
HARINA DE CÁSCARA DE PIÑA	9.15	0,59	0.97	93,48%

Después de obtener el rendimiento de las harinas de cáscaras de naranja y piña, según los resultados bromatológicos presentados en el cuadro 4.2. comparados con los de Pérez y Cruz (2008) con un valor de 2,93% de proteína en relación al 4,11% en comparación con los de Rincón *et al.*, (2005) de 5,07% es baja por lo que se podría decir que el valor obtenido está en un rango medio, Ribotta (2012) indica que el contenido de proteínas de las harinas es un factor determinante de la calidad de los productos elaborados a partir de éstas, debido a que se ha demostrado que a mayor contenido de proteínas de una harina, mayor será el volumen de las galletas, la cenizas con un valor del 3,34% siendo éste un porcentaje bajo en relación al 4,8%, y el 4,86% registrado por Rincón *et al.*, (2005), Ribotta (2012) señala que un alto contenido de ceniza da como resultado un producto oscuro y una apariencia poco tentadora para el consumidor.

La grasa con un valor de 0,12% en relación con Pérez y Cruz (2008) con un 0,0249% es alta, en comparación con Rincón *et al.*, (2005) con un valor de 1,64%, con respecto a la humedad obtenida 8,72% y comparada con 7,7% descrito por Pérez y Cruz (2008) citado por Hernández y Güemes (2010) es un valor alto, Ribotta (2012) destaca que la humedad de las harinas tiene un rol importante en la manufacturación de las galletas, debido a que a mayor contenido de humedad mayor es el incremento de velocidad de difusión del agua a través de la superficie de las galletas durante el horneado las harinas con alta humedad producen galletas con un grado de agrietamiento superficial bajo, en cuanto a la fibra con un valor obtenido del 13,69% es alto en relación al 10,6% mencionado por Dieta y Nutrición (s.f.) y en comparación con Soledad (2011) con un 11,15%, los carbohidratos 70,02% tienen un porcentaje alto en comparación al 25% mencionado por Dieta y Nutrición (s.f.), la energía de 280,09 Kcal/Kg valor alto a comparación de 97,0Kcal/Kg Dieta y Nutrición (s.f.) y bajo en relación al 4013 Kcal/Kg mencionado por Soledad (2011).

Cuadro 4.2. Resultados bromatológicos de la harina de cáscaras de naranja en comparación con autores

Parámetros	Método	Unidad	Resultados	Pérez y Cruz (2008)	Rincón <i>et al.</i> , (2004)	Dieta y Nutrición, s.f.)	Soledad (2011)
Proteína	INEN 465	%	4,11	2,93	5,07	--	2,5
Ceniza	INEN 467	%	3,34	4,8	4,86	-	4,28
Grasa	AOAC 17th	%	0,12	0,0249	1,64	-	-
Humedad	INEN 464	%	8,72	7,7	3,31	-	-
Fibra total	INEN 542	%	13,69	-	-	10,6	11,15
Carbohidratos	Cálculos	%	70,02	-	-	25	-
Energía	Cálculos	Kcal/kg	280,09	-	-	97,0	4013

Elaborado por: Autores de la investigación

En el cuadro 4.3. se muestran los resultados de los análisis bromatológicos de la harina de cáscaras de piña, comparados con los de Cedeño y Zambrano (2014), el porcentaje de proteína obtenida es alto con un valor de 3,93% a diferencia del 3,52% de los autores antes mencionados, pero bajo en comparación con el 6,19% de Umaña *et al.*, (2013) citado por Hoyos y Palacios (2015), para ceniza se obtuvo un valor de 2,82% siendo este un porcentaje bajo a diferencia del 4,11%, y el 3.9% de Umaña *et al.*, (2013) citado por Hoyos y Palacios (2015), la grasa fue de 0,25% porcentaje bajo en relación con el 0,47%, y el 1,8% reportado por Chávez, *et al.*, (2009) citado por Cedeño y Zambrano, en cuanto a la humedad obtenida fue de 13,45% porcentaje alto comparado al 9,84%, y el 5,1% reportado por Umaña *et al.*, (2013) citado por Hoyos y Palacios (2015), señalando que el contenido de humedad depende del grosor de las cáscaras, así como el tiempo y temperatura de secado a la cual fue sometida durante su procesamiento.

García (2003) citado por Cedeño y Zambrano (2014) obtuvieron un valor de 12,06%, en comparación con los resultados obtenidos en la investigación, la fibra tuvo un valor del 12,55% porcentaje ligeramente mayor, los carbohidratos con un resultado de 67% valor alto a comparación de Paucar (2014) con un 66,72%, y bajo al indicado por García (2003) citado por Cedeño y Zambrano (2014) con un valor del 44,20% indicando también que la energía 269,22 Kcal/Kg es un valor alto en relación al 195,00 Kcal/Kg.

Cuadro 4.3. Resultados bromatológicos de la harina de cáscaras de piña en comparación con autores

Parámetros	Método	Unidad	Resultados	Cedeño y Zambrano (2014)	Umaña <i>et al.</i> , 2013 citado por Hoyos y Palacios (2015)	García, (2003) citado por Cedeño y Zambrano (2014)
Proteína	INEN 465	%	3,93	3,52	6,19	-
Ceniza	INEN 467	%	2,82	4,11	3,90	-

Grasa	AOAC 17th	%	0,25	0,47	-	-
Humedad	INEN 464	%	13,45	9,84	5,85	-
Fibra	INEN 542	%	12,55	--	-	12,06
Carbohidratos	Cálculos	%	67	-	83,77	44,20
Energía	Cálculos	Kcal/kg	269,22		-	195,00

Elaborado por: Autores de la investigación

4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARAS DE FRUTAS

Para analizar el efecto de las harinas y sus porcentajes de sustitución en la elaboración de galletas se realizó los supuestos de Anova mismos que no cumplieron con la prueba de normalidad y homocedasticidad, motivo por el cual se procedió aplicar pruebas no paramétricas de kruskal-wallis en el programa infostat (anexo 6) obteniendo así el p-valor de los tratamientos evaluados indicando que al menos uno de los factores en estudio incide sobre los parámetros pH, humedad, ceniza, grasa, fibra, proteína, energía y carbohidratos valores que fueron comparados con una muestra de galleta 100 % harina de trigo (utilizada como patrón).

Cuadro 4.4. Resultados fisicoquímicos y su p-valor de las galletas con harina de cáscaras de frutas

RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS GALLETAS DE CÁSCARA DE FRUTAS								
PARÁMETROS								
Tratamientos	pH	Humedad	Ceniza	Grasa	Fibra	Proteína	Energía	Carbohidratos
		%	%	%	%	%	kcal	
T1	5,76	6,47	1,16	14,22	1,28	12,78	419,45	64,09
T2	5,80	7,93	1,28	16,42	2,48	10,48	427,49	63,40
T3	5,76	9,35	1,71	16,16	4,02	9,87	405,74	58,88
T4	5,96	9,77	1,12	14,26	1,14	12,08	407,79	61,64
T5	5,44	9,67	1,30	14,49	2,23	11,08	404,69	61,31
T6	5,20	9,01	1,44	14,66	3,70	10,47	401,57	60,72
TESTIGO	5,75	9,87	0,90	15,60	0,16	11,47	418,48	61,87
p-valor	0,0386	0,0253	0,0054	0,0047	0,0039	0,0037	0,0078	0,0509

Elaborado por: Autores de la investigación

4.2.1. DETERMINACIÓN DEL pH

En cuanto al pH se observó estadísticamente que los valores detallados en el cuadro 4.4 presentan diferencias significativas con un p-valor de 0,0386 menor al 0,05%, lo cual indica que el tipo de harina influye en dicho parámetro, los valores reflejados en el gráfico 4.1. muestran que los tratamientos T1, T2, T3, T4 están dentro de los rangos permitidos por la norma NTE INEN 2085 (2005) para la elaboración de galleta lo cual indica un min. 5,5 y un Max. de 9,5 mientras que el tratamiento T5 y T6 con un valor de 5,44 y 5,20 respectivamente no cumple con lo establecido por la norma antes mencionada.

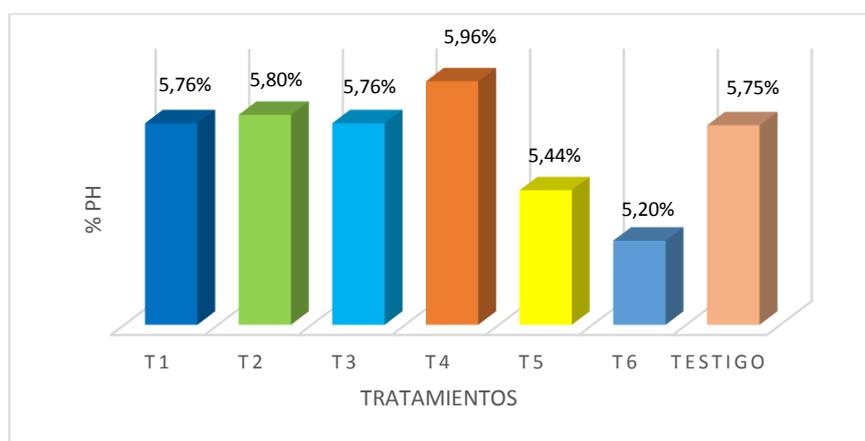


Gráfico 4.1. pH de los tratamientos

4.2.2. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

En el gráfico 4.2. se detallan los valores de humedad comprendida entre 6,47 a 9,87 % según NTE INEN 2085 (2005) para galletas no establece un porcentaje mínimo de humedad, sin embargo, especifica un porcentaje Max. de 10% estando todos los tratamientos evaluados dentro de los rangos establecidos por la norma y en comparación al testigo, Ribotta (2012) reafirma que las galletas que contienen más del 10% de humedad presentan características de menor dureza debido a que las moléculas de agua al estar presente en dicha matriz alimentaria provocaron un ablandamiento, menos del 5% resultan más crujientes. Se observó estadísticamente que los valores detallados en el cuadro 4.8 presentan diferencias significativas con un p-valor de 0,0253 menor al 0,05%, lo cual indica que el tipo de harina sí influye en dicho parámetro



Gráfico 4.2. % de Humedad de los tratamientos

4.2.3. DETERMINACIÓN DE CENIZA

Ribotta (2012) manifiesta que el residuo obtenido por incineración refleja el contenido de sustancias minerales del alimento, los datos reflejados en el gráfico 4.3. indican que los valores de ceniza de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 se encuentran dentro de los rangos permitidos por la norma mexicana para galleta NMX-F-006- (1983) mismos que cumplen con el límite del 2%, sin embargo, estos valores son moderadamente altos a comparación del testigo, estadísticamente los valores de ceniza presentan diferencias significativas con un p-valor de 0,0054 menor al 0,05%, lo cual indica que el tipo de harina y sus porcentajes de sustitución sí influye en dicho parámetro.

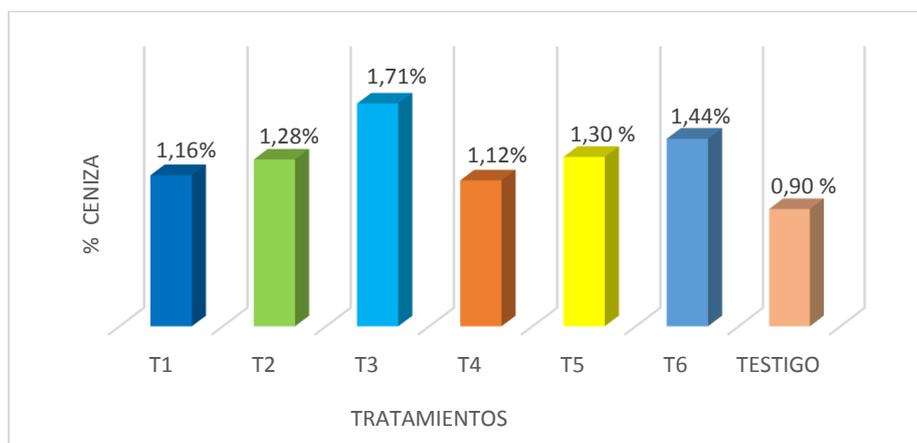


Gráfico 4.3. Porcentaje de ceniza de los tratamientos

4.2.4. DETERMINACIÓN DE GRASA

Las muestras de galletas mostraron un contenido de grasa similar al testigo evaluado, según lo reporta en el gráfico 4.4; estadísticamente presentan diferencias significativas con un p-valor de 0,0047 menor al 0,05%, lo cual indica que el tipo de harina influye en el contenido de grasa, los valores obtenidos de grasa, según Consumer (2002) indica que están dentro de lo establecido debido a que las grasas representan entre un 5% y un 18%, resultados que coinciden con los reportados por Cori y Pacheco (2004) citado por Torres *et al.*, (2015) encontrando valores de grasa del 16,90 % en galletas dulces a base de harina de trigo y harina de girasol, Chim *et al.*, (2003), Jacob y Leelavathi (2007) citado por Torres *et al.*, (2015) quienes formularon galletas señalan que esta característica resulta de importancia no solo desde el punto de vista de conservación del producto, por la menor tendencia a la rancidez oxidativa durante el período de almacenamiento, sino también en el procesamiento al considerar que el bajo contenido de grasa favorece la formación de una textura adecuada en las galletas horneadas. Estos resultados no coinciden con los presentados por Rebolledo *et al.*, (1999) citado por Torres *et al.*, (2015) donde la grasa presentó un valor del 21,01 %; mientras que Maldonado y Pacheco (2000) citado por Torres *et al.*, (2015) reportaron valores de grasa del 9,42 % en galletas con mezcla de harina de trigo y plátano verde.



Gráfico 4.4. % de grasa de los tratamientos

4.2.5. DETERMINACIÓN DE FIBRA TOTAL

En cuanto a fibra total se observó estadísticamente que los valores detallados en el cuadro 4.8 presentan diferencias significativas con un p-valor de 0,0039 menor al 0,05%. La norma Mexicana para galleta NMX-F-006- (1983), establece un valor Max. del 0,5%, valor bajo a comparación de los resultados obtenidos en todos los tratamientos con excepción del testigo evaluado con un valor del 0,16% el cual se encuentra dentro de lo especificado por la norma antes mencionada, cabe resaltar que estos porcentajes altos en fibra (grafico 4.5.) se debe a las materias primas utilizadas en el proceso de elaboración de galletas incorporando harinas de cáscaras de naranja y piña en su formulación como sustitución parcial de harina de trigo, Consumer (2002) indica que las galletas con fibra complementan el valor nutritivo del desayuno, además menciona que la fibra genera un efecto saciante consiguiendo diversos beneficios para el organismo, como regularizar el tránsito intestinal y ayudar a controlar el colesterol.

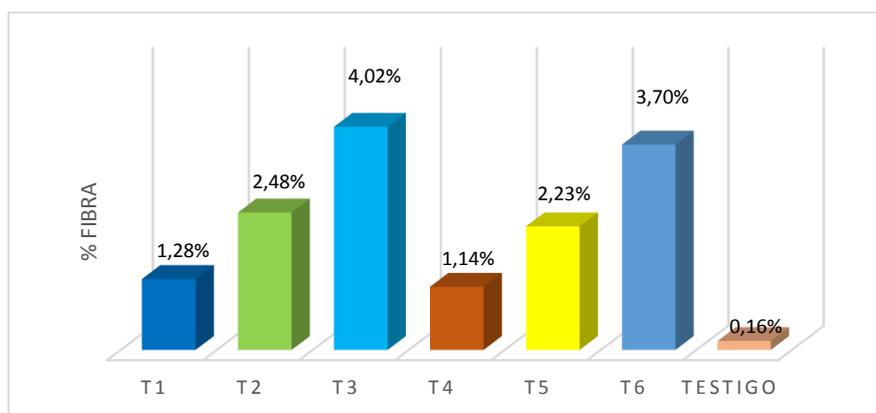


Gráfico 4.5. % de fibra de los tratamientos

4.2.6. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

En el contenido de proteínas se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de galletas, teniendo un p-valor de 0,0037 menor al 0,05% por lo que se deduce que el tipo de harina y sus porcentajes de sustitución afectan la cantidad de proteínas. La norma NTE INEN 2085 (2005) estipula un valor min. del 3% mientras que la norma NMX-F-006- (1983) establece un min. de 8% lo cual indica que todos los tratamientos y el testigo evaluados están dentro de lo especificado, en el gráfico 4.6. se muestran los

resultados evaluados de proteínas, mismos que fueron similares a los obtenidos por Rebolledo *et al.*, (1999) citado por Torres *et al.*, (2015) quienes reportan un 12,7 % de proteínas; mientras que Cori y Pacheco (2004) citado por Torres *et al.*, (2015), en galletas dulces, reportaron un contenido de proteínas del 9,35 %; García y Pacheco (2007) obtuvieron un 4,38 % de proteínas, los cuales se encuentran por debajo de los registrados en la presente investigación. Badui (2006) citado por Torres *et al.*, (2015) afirma que la importancia de las proteínas en los sistemas alimenticios se debe a las propiedades nutricionales puesto que de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento del que las consume.

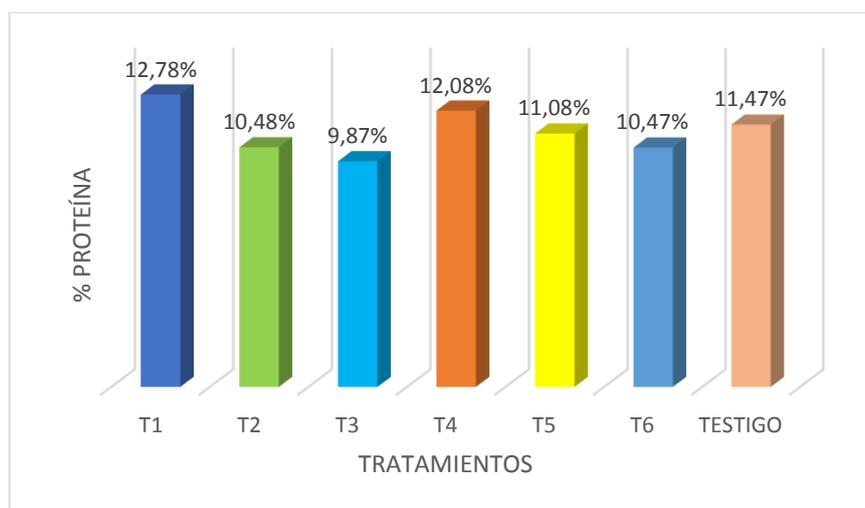


Gráfico 4.6. % proteína de los tratamientos

4.2.7. DETERMINACION DE ENERGÍA

En este trabajo se evidenció que la energía estadísticamente tiene significancia con un p-valor 0,0078 menor al 0,05 lo cual indica que el tipo de harina influye en los parámetros de energía Consumer (2002) menciona que las galletas con fibra tienen un aporte calórico elevado con alrededor de 450 calorías cada 100 g similar al de los productos de bollería y muy superior al del pan blanco con 260 calorías y de molde 270 calorías. Como se muestra en el gráfico 4.7 los tratamientos que mayor aporte de energía tienen son el T1 (galletas con el 5% de harina de cáscara de naranja) con un valor de 419,45 kcal y el T2 (galletas con el 10% harina de cáscara de naranja) con un valor de 427,49 seguido del testigo (100% harina de trigo) con un valor de 418,48 kcal.



Gráfico 4.7. Energía de los tratamientos

4.2.8. DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

Aunque los valores de carbohidratos no fueron estadísticamente significativos p -valor 0,0509 mayor al 0,05, se puede observar en el gráfico 4.8. que los resultados son superiores a los reportados por Rebolledo *et al.*, (1999) los cuales registraron valores del 49,8 % de carbohidratos solubles en galletas dulces enriquecidas con germen de maíz, además Consumer (2002) menciona que los carbohidratos se caracterizan por un elevado contenido de hidratos de carbono entre el 65%-80%, mismos que se caracterizan por generar un mayor efecto saciante y velocidad de absorción más lenta.



Gráfico 4.8. % carbohidratos de los tratamientos

4.3. ANÁLISIS DE TEXTURA

Los resultados obtenidos mediante el análisis de perfil de textura (TPA) están comprendidos en el cuadro 4.5 de los tratamientos evaluados más testigo, mismos que fueron analizados mediante pruebas no paramétricas de kruskal-wallis en el programa infostat (anexo.16) obteniendo así el p-valor de los tratamientos evaluados indicando que al menos uno de los factores en estudio incide sobre los parámetros dureza(N), adhesividad (J), cohesividad, gomosidad (N), elasticidad y masticabilidad (N).

Cuadro 4.5. Resultados de textura y p-valor de las galletas con harina de cáscaras de frutas

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (J)	Cohesividad	Gomosidad (N)	Elasticidad	Masticabilidad (N)
T1	32,54	0,0048	0,60	49,80	0,90	5,07
T2	32,81	0,0095	0,62	50,06	0,91	4,82
T3	34,21	0,0051	0,62	50,27	0,91	4,75
T4	39,79	0,0051	0,75	59,37	0,83	3,16
T5	40,46	0,0053	0,75	62,83	0,77	3,16
T6	42,43	0,0053	0,76	65,24	0,77	3,22
TESTIGO	31,27	0,0041	0,77	45,30	0,55	3,15
p-valor	0,0034	0,0444	0,0071	0,0051	0,0048	0,0089

Elaborado por: Autores de la investigación

Torres *et al.*, (2015) mencionan que las características texturales de las galletas a base de cáscaras de frutas pueden ser atribuidas al proceso de fabricación de horneado, los ingredientes utilizados durante la elaboración de la misma y a la variación de la composición proximal en especial de la humedad.

4.3.1. ANÁLISIS DE DUREZA

En el gráfico 4.9 se puede observar que el tratamiento T6 (galleta con 15% harina de cáscara de piña) presentó la dureza más elevada (42,43 N) en comparación con los demás tratamientos analizados frente al testigo, lo cual puede estar relacionado con un bajo contenido de humedad. Estadísticamente hay diferencia significancia en todos los tratamientos de variable dureza con un p-valor 0,0034 menor al 0,05 lo cual indica que el tipo de harina y los porcentajes de sustitución influyen en dicho parámetro, es decir a medida que aumenta el porcentaje de

sustitución incrementa la dureza en ambos tipos de galletas. En concordancia con estos resultados, De Simas *et al.*, (2009) citado por Torres *et al.*, (2015) evaluaron la dureza instrumental en galletas horneadas y encontraron que las muestras cuyo contenido de humedad fue mayor se fracturaron más fácilmente; mientras que las de menor humedad fueron más duras. En una investigación realizada por Chauhan *et al.*, (2015), citado por Torres *et al.*, (2015) quienes elaboraron galletas con harina de amaranto crudo y germinado, se reportó que la dureza de las galletas fue significativamente afectada por la incorporación de este tipo de harina en las dos formas en las que se utilizó; ambos tipos de galletas mostraron menor fuerza para romperse en comparación con el testigo.

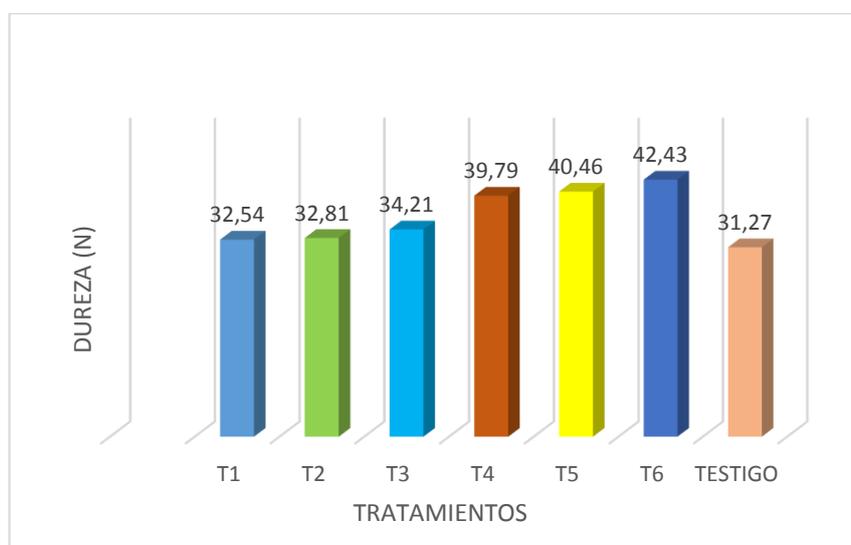


Gráfico 4.9. Resultados de dureza mediante análisis TPA

4.3.2. ANÁLISIS DE ADHESIVIDAD

Los valores reportados en el gráfico 4.10. muestran que la adhesividad del tratamiento T6 (galletas con el 15% de harina de cáscara de piña) obtuvo un resultado mayor con un valor de 0,02 J a comparación de los demás tratamientos y el testigo, González *et al.*, (2015) citado por Galván, Hernández y Mendoza (2016) indican que la adhesividad representa el trabajo requerido para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con el que este entra en contacto. Estadísticamente el p-valor de 0,0444 es menor al 0,05 lo cual indica que, sí existe diferencia significativa, es

decir el tipo de harina y sus porcentajes de sustitución si influyen en el parámetro adhesividad.

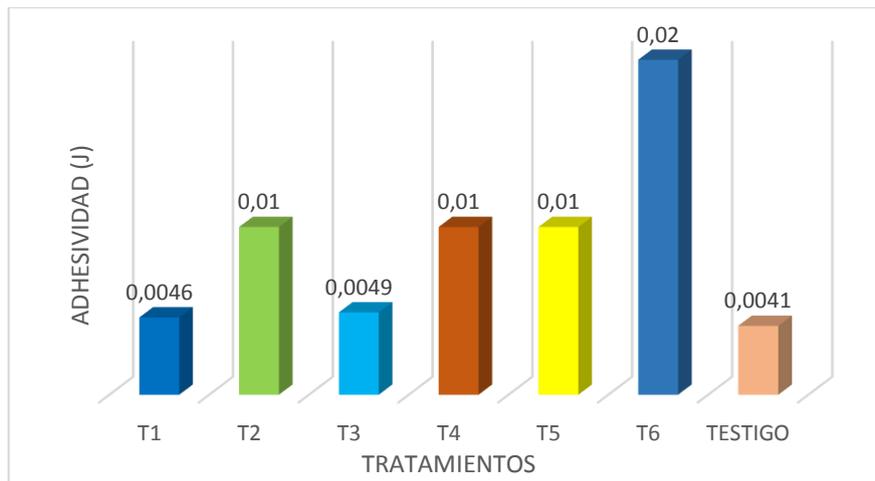


Gráfico 4.10. Resultados de adhesividad mediante análisis TPA

4.3.3. ANÁLISIS DE COHESIVIDAD

Con respecto a la cohesividad estadísticamente sí existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados la cual tuvo un p-valor de 0,0071 menor al 0,05 es decir que el tipo de harinas y sus porcentajes de sustitución si influyen en dicho parámetro, González *et al.*, (2015) citado por Torres *et al.*, (2015) indican que las muestras no se recuperan completamente después de la primera compresión, ya que para ello el valor de cohesividad debería ser de uno valores que no se ven reflejados en el gráfico 4.11. pero que sin embargo el t6 (galleta con 15% harina de cáscara de piña) y el testigo (100% harina de trigo) son los que más se acercan a lo mencionado, Por su parte Güemes *et al.* (2009) citado por Galván, Hernández y Mendoza (2016) reportaron valores bajos de cohesividad entre 0,20 y 0,27 en panes tipo concha, lo cual relacionó con la adición de lactosuero precitado por calor.

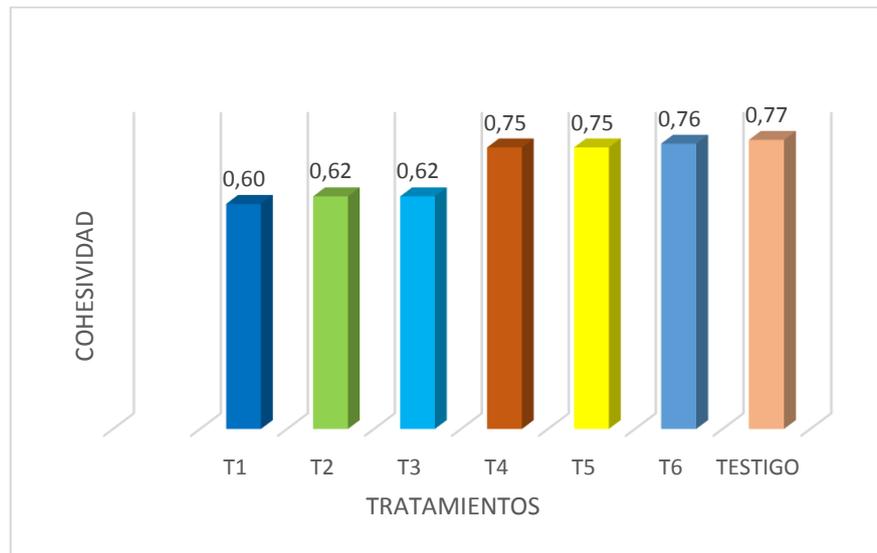


Gráfico 4.11. Resultados de cohesividad mediante análisis TPA

4.3.4. ANÁLISIS DE GOMOSIDAD

En el gráfico 4.12. se muestran los resultados de gomosidad de los tratamientos y el testigo evaluado mismos que presentaron diferencias significativas con un valor de 0,0051 menor al 0,05, siendo mayor el valor del tratamiento T6 (galletas con el 15% harina de cáscara de piña) 65,24 N valor alto a comparación del testigo 45,30 N, y al de Galván, Hernández y Mendoza (2016) indicando un valor de 60,50 N presentando el mismo comportamiento de la dureza. Es decir, que entre más dura sea la galleta mayor gomosidad presentará.

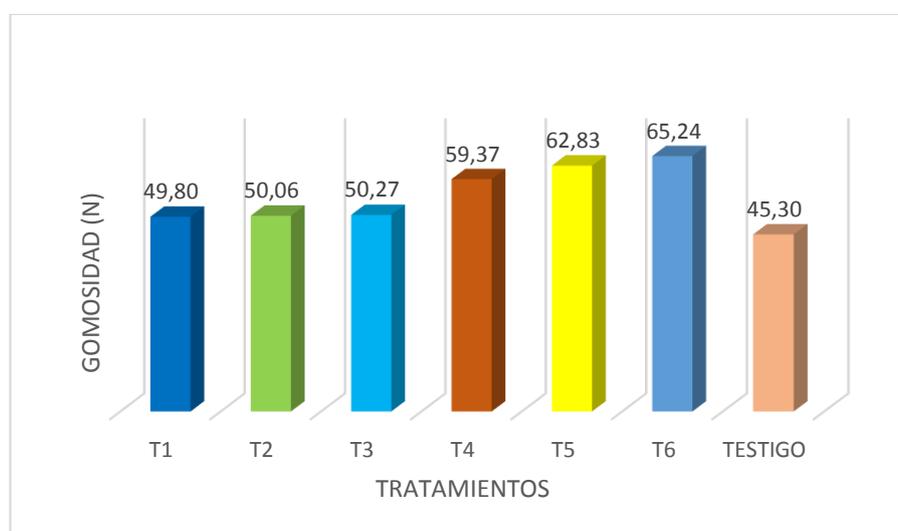


Gráfico 4.12. Resultados de gomosidad mediante análisis TPA

4.3.5. ANÁLISIS DE ELASTICIDAD

La mayor elasticidad la presentó el tratamiento T2 y T3 (galletas con 10 y 15% harina de cáscara de naranja) con un valor de 0,91 en relación al testigo con un valor de 0,55 (gráfico 4.13) González *et al.*, (2015) citado por Galván, Hernández y Mendoza (2016) indican que la elasticidad es la cuantificación del grado en que se ha dañado la estructura original de un alimento durante su compresión lo cual puede estar relacionado con el contenido en gluten (gliadina y glutenina) de la harina de trigo, que le ofrece a los productos de panificación elasticidad y flexibilidad, corroborando con Hernández *et al.*, (2013) citado por Torres *et al.*, (2015) mencionan que la elasticidad se ve directamente afectada por el contenido de harina de trigo y leche adicionada, aumentando su valor al agregar mayor cantidad de estas materias primas, estadísticamente hay diferencia significativa en todos los tratamientos evaluados con un p-valor de 0,0048 menor al 0,05.

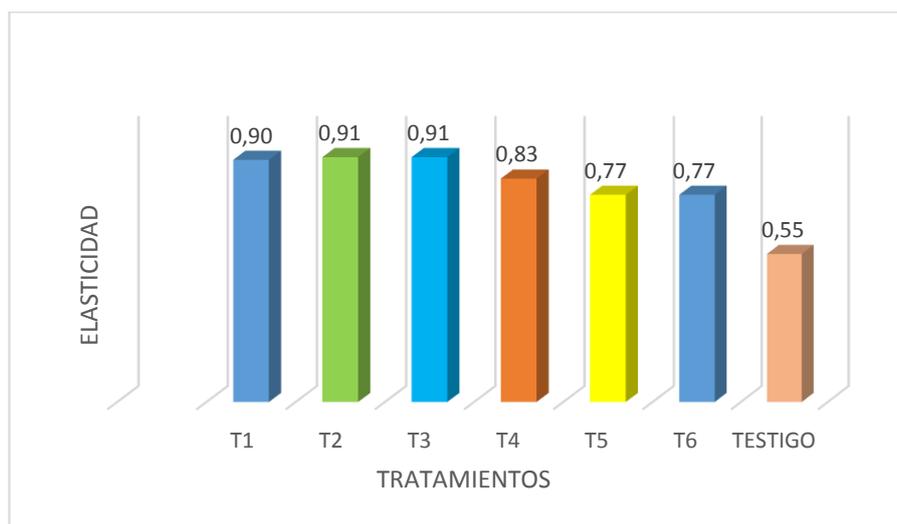


Gráfico 4.13. Resultados de elasticidad mediante análisis TPA

4.3.6. ANÁLISIS DE MASTICABILIDAD

Con respecto a la masticabilidad, estadísticamente sí hay diferencia significativa con un p-valor de 0,0089 menor al 0,05, el tratamiento T4 y T5 (galletas con el 5% y 10 % harina de cáscara de piña) y el testigo (100% harina de trigo) exhibieron el porcentaje más bajo (3,16 y 3,15 N) en comparación con los

resultados estudiados de Galván, Hernández y Mendoza (2016) en galletas de limón con un valor de 5,16 N en concordancia con el tratamiento T1 (galletas con el 5% harina de cáscara de naranja) con un valor de 5,07 N indicando que las galleta requieren desde el punto de vista sensorial, más tiempo para su deglución en la boca antes de tragarla.



Gráfico 4.14. Resultados de masticabilidad mediante análisis TPA

4.4. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se aplicó a jueces no entrenados tomando una muestra de 60 alumnos de semestres superiores, la evaluación fue de tipo descriptiva utilizando una boleta estructurada con una escala hedónica de cinco puntos incluyendo las categorías: me gusta mucho, me gusta un poco, me es indiferente, me disgusta moderadamente y me disgusta mucho, los atributos evaluados fueron color, olor y sabor de los tratamientos y el testigo, para medir el grado de aceptabilidad de los tratamientos se utilizaron prueba no paramétrica Friedman permitiendo establecer los atributos sensoriales de forma estadística.

En cuanto al color, de acuerdo a los resultados obtenidos la galleta con la formulación 100% harina de trigo (testigo) fue la de mayor agrado con una media de 3,05 y siendo categorizada como A seguida del tratamiento T1 galletas con el 5% de harina de cáscara de naranja con categorías de A y B obteniendo una media de 3,06, mientras que el tratamiento T6 galletas con 15% de harina de cáscara de piña fue la peor frente a los tratamientos evaluados y el testigo siendo

categorizada con la letra G obteniendo una media de 5,16 por el análisis estadístico Friedman con un nivel de significancia del 5% (0,05) reflejados en el cuadro 4.6. por lo que Ribotta (2012) expresa que esto se debe a que la harina de trigo proporciona la matriz sobre la cual se van a incorporar los demás ingredientes para formar la masa.

Cuadro 4.6. Análisis estadístico Friedman en cuanto al color.

T1	T2	T3	T4	T5	T6	TR	T	P
3,06	4,21	4,37	4,37	3,79	5,16	3,05	10,71	<0,001
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 38,878								
Tratamientos		Suma (Ranks)		Media (Ranks) n				
TR		183,00		3,05	60	A		
T1		183,50		3,06	60	A B		
T5		227,50		3,79	60	C		
T2		252,50		4,21	60	C D		
T4		262,00		4,37	60	C D E		
T3		262,00		4,37	60	C D E F		
T6		309,50		5,16	60	G		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)								

Elaborado por: Autores de la investigación

Los resultados de esta evaluación indicaron que el mejor tratamiento en cuanto a olor fue la galleta elaborada con el 10% harina de cáscara de piña con una media de 3,32 y siendo categorizada como A seguida del tratamiento T1 galletas con el 5% harina de cáscara de naranja con categorías de A y B obteniendo una media de 3,63, mientras que el tratamiento T2 10% harina de cáscara de naranja fue el peor frente a los tratamientos evaluados y el testigo siendo categorizada con la letra C obteniendo una media de 4,57 por el análisis estadístico Friedman obteniendo un p-valor de 0,0056 para los tratamientos evaluados y el testigo siendo menor al nivel de significancia del 5% (0,05), es decir, que si existe diferencia significativa el tipo de harina y sus porcentajes de sustitución si influyen en el parámetro olor, valores que se ven reflejados en el cuadro 4.7. según Gutiérrez, *et al* (2009) detalla que la probabilidad del nivel de preferencia sobre el olor dependerá mucho de los porcentajes a los tres tipos de galletas según tablas de estadísticas binomial 99,9%, lo que indica el gran impacto del producto sobre el atributo.

Cuadro 4.7. Análisis estadístico Friedman en cuanto al olor

T1	T2	T3	T4	T5	T6	TR	T	P
3,63	4,57	4,35	3,97	3,32	4,15	4,03	7,11	0,0056
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 40,076								
Tratamientos	Suma (Ranks)		Media (Ranks) n					
T5	199,00		3,32	60	A			
T1	217,50		3,63	60	A B			
T4	238,00		3,97	60	A B C			
TR	241,50		4,03	60	B C			
T6	249,00		4,15	60	B C			
T3	261,00		4,35	60	C			
T2	274,00		4,57	60	C			
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)								

Elaborado por: Autores de la investigación

En el cuadro 4.8. se observa que la variable sabor obtuvo diferencia estadística significativa con un p-valor de 0,0001 menor al 0,05 evaluando que el tipo de harina y sus porcentajes de sustitución si influyen en dicho parámetro, además se evidencio que el mejor tratamiento en cuanto a sabor fue el T5 galleta elaborada con 10% harina de cáscara de piña con una media de 2,19 y con categoría de A, Ribotta (2012) indica que esto se debe a la cantidad de sacarosa y degradación de la inulina en el horneado incrementando de esta manera el sabor dulce presentado en las galletas. Por otro lado Fernández (2016) menciona que a mayor contenido de grasa en galletas puede influenciar mayor puntaje en el parámetro sabor y en la aceptabilidad global e el análisis sensorial durante el análisis sensorial de las mismas ya que las grasas son en gran medida, las responsables de la palatabilidad y el sabor en los alimentos

Cuadro 4.8. Análisis estadístico Friedman en cuanto al sabor

T1	T2	T3	T4	T5	T6	TR	T	P
5,33	5,76	5,42	3,08	2,19	3,27	2,97	70,12	<0,0001
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 28,863								
Tratamientos	Suma (Ranks)		Media (Ranks) n					
T5	131,50		2,19	60	A			
TR	178,00		2,97	60	B			
T4	184,50		3,08	60	B C			
T6	196,50		3,27	60	B C D			
T1	319,50		5,33	60	E			

T3	325,00	5,42	60	E
T2	345,50	5,76	60	E
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)				

Elaborado por: Autores de la investigación

Como se evidenció en los resultados mediante el análisis estadístico Friedman el testigo (100% harina de trigo) obtuvo mayor aceptación en el atributo color, mientras que el tratamiento T5 galletas con el 10% de harina de cáscara de piña resaltó en dos de los atributos evaluados como son el olor y sabor, mismo que será evaluado como el mejor tratamiento para la realización de análisis de fibra dietética y microbiológica.

4.5. ANÁLISIS DE FIBRA DIETÉTICA Y MICROBIOLÓGICA AL MEJOR TRATAMIENTO

El tratamiento T5 (galletas con el 10% harina de cáscara de piña) obtuvieron un resultado del 10,8% de fibra dietética valor alto a comparación del descrito por Román y Valencia (2006) presentando un contenido de fibra dietaría del 9,07% y al descrito por García y Pacheco (2007) con un valor del 3,09 %, la norma NTE INEN 2085 (2005) al igual que la norma Mexicana NMX-F-006-(1983) no establecen cuanto debe tener una galleta de fibra dietética, pero sin embargo la norma NTE INEN 1334-2 (2016) para rotulado de productos alimenticios indica que el consumo diario de fibra dietaría debe ser de 25 g, valor que se relaciona con Cabrera y Cárdenas (2006) citado por Torres *et al.*, (2015) indicando que el consumo de fibra dietaría debe estar comprendido entre 20 a 35 g por día en niños, adolescentes y adultos la cual puede disminuir el riesgo de padecer problemas de salud relacionados con el sistema digestivo, por su intervención en los procesos de control de estreñimiento, mejora del control de la glucemia y favorece la protección contra el cáncer de colon, menor riesgo de enfermedad cardiovascular.

En el cuadro 4.9. se muestran los resultados microbiológicos de la galleta con el 10% harina de cáscara de piña en la cual se evidenció presencia de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, valores que fueron comparados con la norma NTE INEN 2085, indicando un min. de $1,0 \times 10^3$ y un Max. $1,0 \times 10^4$ de recuento de Áerobios Mesófilos, mientras que mohos y levaduras muestra un min. $1,0 \times 10^2$ y

un max. $2,0 \times 10^2$ valores que no sobrepasan los límites máximos permisibles en las galletas evaluadas, cumpliendo con los requisitos microbiológicos exigidos por la norma siendo aptos para el consumo humano al momento de la evaluación.

Cuadro 4.9. Resultados microbiológicos de las galletas con harina de cáscaras de piña.

MUESTRAS POR TRATAMIENTO	PRUEBA SOLICITADA	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
Galletas (Pa2b2)	Recuento de Áerobios Mesófilis	UFC/g	$4,5 \times 10^3$	NTE INEN 1529-5
	Mohos y levaduras	UP/g	$2,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-10

Elaborado por: Autores de la investigación

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante la caracterización de las harinas se mostró que la harina de naranja presentó un mayor contenido de proteína, fibra total y energía en relación a la harina de piña, no siendo así en el contenido de grasa y ceniza pues estos valores fueron mayores en la harina de piña.
- Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico de las galletas mostraron que de acuerdo al NTE INEN 2085, todos los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros establecidos, pero el tratamiento T1 y T3 obtuvieron mayores porcentajes en relación al contenido de proteína 12,78% y fibra 4,02% respectivamente. El tratamiento T6 fue el mejor en cuanto a dureza, adhesividad, cohesividad, gomosidad y elasticidad, mientras que el T1 obtuvo los mejores resultados en cuanto a masticabilidad, la variable textura presentó diferencia estadística significativa en todos los atributos evaluados indicando que el tipo de harina y sus porcentajes de sustitución si influyeron en dicha variable.
- Mediante análisis sensorial, se pudo establecer que el mejor tratamiento en cuanto a aceptabilidad fue el T5 galletas con el 10% harina de cáscara de piña en los atributos de olor y sabor, en cuanto al color el tratamiento testigo con el 100% harina de trigo tuvo una mayor aceptación.
- La galleta con el 10% harina de cáscara de piña presentó un contenido de fibra dietética del 10,8%, en cuanto a lo microbiológico obtuvo un valor de Áerobios mesófilos $4,5 \times 10^3$ UFC/g, mohos y levaduras $2,0 \times 10^2$ UP/g estando dentro de los rangos permitido por la norma NTE INEN 2085.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar futuras investigaciones con otros residuos orgánicos como aporte a la sostenibilidad y uso inventivo de nuevos productos.
- Realizar una adecuada premezclas a los tipos de harinas posteriormente a la homogeneidad y control de temperatura constante en la etapa de horneado favoreciendo textura del producto y calidad nutricional.
- Considerar para las pruebas de análisis sensorial un panel de jueces entrenados para garantizar mejor la aceptabilidad del producto final
- Que se elabore una norma específica para la aplicabilidad de productos de panificación que contengan fibra dietética, de la cual no existe normas reglamentarias para la elaboración de este tipo de producto en nuestro medio.

BIBLIOGRAFÍA

- Betancur, D; Pérez, V; Chel, L. 2003. Fibra dietética y sus beneficios en la alimentación. Yucatán, MX. Revista de la Universidad de Yucatán. p 4.
- Cañas, A; Restrepo, D; Cortés, M. 2011. Productos vegetales como fuente de fibra Dietaría en la industria de alimentos. Medellín, CO. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín. Vol. 64. p 6024
- Carbajal, A. 2013. Manual de nutrición y dietética. (En línea). Consultado 23 ene. 2018. Formato PDF. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/>
- Cárdenas, A. 2008. Desarrollo de un manual de Operaciones para un proceso de Galletas Crackers. Tesis Ing. en Alimentos. ESPOL. Guayaquil, EC. p6
- Castro, A; Novoa, C; Algecira, N; Buitrago, G. 2014. Reología y textura de quesos bajos en grasa. Bogotá, CO. Revista de Ciencia y Tecnología. no. 22. p 63
- Castro, E. 2007. Parámetros mecánicos y textura de los alimentos. Tesis Ing. Ciencia de alimentos. UCH. La Habana, CU. p 120-157
- Cayo, E y Matos, A. 2009. Obtención de la fibra insoluble a partir de cáscaras de naranja (citrus sinensis). Unión, PE. Revista de Investigación Universitaria. Vol. 1. p 25-26
- Cedeño, J; Zambrano, J. 2014. Cáscara de piña y mango deshidratada como fuente de fibra dietética en producción de galletas. Tesis Ing. Agroindustrial. ESPAM MFL. Calceta-Manabí, EC. p 17
- Consumer, 2002. Análisis comparativo de galletas con fibra. Galletas con fibra ayudan a complementar un buen desayuno. (En línea). Consultado, 23 de enero. 2018. Formato PDF. Disponible en <http://revista.consumer.es>.
- CODEX (Codex Alimentarius). 1985. Norma CODEX para la harina de trigo. (En línea). Consultado 23 ene. 2018. Formato PDF. Disponible en:www.fao.org/

- Desamparados, C. 2015. Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa. Tesis Ciencia y tecnología de los alimentos. UPV. Valencia, Esp. p 3-6
- Dieta y Nutricion. s.f. Información nutricional de cáscara de piel de naranja. (En línea). Consultado 24 julio. 2018. Formato HTML. Disponible en: <http://www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/cascara-de-naranja/>
- Fernández, A; Rojas, E; García, A; Mafia, J y Bravo, A. 2016. Evaluación fisicoquímica, sensorial y vida útil de galletas enriquecidas con subproductos proteicos de suero de quesería. Revista Científica, XXVI (2), p 71-79.
- Galván, S; Hernández, C; Mendoza, F. 2016. Perfil de textura y caracterización fisicoquímica de galletas de limón elaboradas en Cereté (Córdoba, Colombia) Córdoba, CO. Revista Agronomía Colombiana. Vol. 34 p 1351-1352
- García, D y Pacheco, D. 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (arracacia xanthorrhiza b. Medellín, CO. Revista Nacional de Agronomía. Vol. 60 p 4200
- González, N. 2007. Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja. Tesis Lic. en Química de Alimentos. UAEH. Pachuca de Soto-Hidalgo. MX. p 30-31
- Gray, J. 2006. Fibra dietética, definición, fisiología y salud. (En línea). Consultado, 30 de mayo. 2018. <http://ilsi.eu/wp-content/uploads/sites>
- Gutiérrez, K; Coronel, M; Montes, R; Gómez, M; Zúñiga, E; Gutiérrez, G. 2009. Elaboración y evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina de lactosuero. Revista. Ciencias UNICACH 3 (2): 23-28.
- Hernández, A; García, D; Calle, J; Duarte, C. 2014. Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido. Santiago de Cuba, CU. Revista de Tecnología Química. Vol. 34. p 198

- Hernández, S; Güemes, N. 2010. Efecto de la adición de harina de cascara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas. Hidalgo, Mex. Revista Nacameh.Vol.4. n.1. p 23-36
- Herrera, V. 2011. Influencia de las harinas de trigo, plátano y haba en la elaboración de galletas integrales. Tesis Ing. Agroindustrial. UTN. Ibarra-Imbabura, EC. p 191
- Hoyos, D; Palacios, A. 2015. Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para sustitución de harina de trigo en productos de panificación. Tesis en Ing. en Alimento. UV. Cali. Col. p. 40-50
- Llerena, K. 2010. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. Tesis Lic. en Gestión Gastronómica. ESPOCH. Riobamba, EC. p 9-11
- Matos, A y Chambilla, E. 2010. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. Unión, PE. Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 1. p 4.
- Mesas, J; Alegre, M. 2002. El pan y su proceso de elaboración. Reynosa, MX. Revista en Ciencia y Tecnología Alimentos. Vol.3. p 307-313.
- Millone, M; Olagnero, G; Santana, E. 2011. Alimentos funcionales: análisis de la recomendación en la práctica diaria. Buenos Aires, ARG. Revista Diaeta. Vol. 29. p 8.
- NMX (Normas Mexicanas) 006. 1983. Alimentos. Galletas. Food. Cookie. NMX-F-006-1983. Dirección General de Normas. (En línea). Consultado 23 de oct de 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.colpos.mx/>
- NTE INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) 1334-2. 2016. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos. (En línea). Consultado 15 nov 2017. Formato PDF. Disponible en: [https:// http://www.normalizacion.gob.ec](https://http://www.normalizacion.gob.ec)

- NTE INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) 2085. 2005. Galletas. Requisitos. (En línea). Consultado 15 nov 2017. Formato PDF. Disponible en: [https:// http://normaspdf.inen](https://http://normaspdf.inen)
- Ortega, M; Barboza, Y; Piñero, M; Parra, K. 2016. Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del cauñil como alternativa de un alimento funcional. Punto Fijo, Ven. Revista Multiciencias. Vol. 16. p 77-78
- Palacios, A; Sánchez, D. 2015. Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para sustitución de harina de trigo en productos de panificación. Tesis Ing. de Alimentos. UNIVALLE. Cali, CO. p 8-10
- Paucar, H. 2014. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia (*citrus sinensis* L.). Tesis Ing. Industrias alimentarias. UP. Satigo-Peru, p 46.
- Pereira, C; Zeraik, M; Zuin, V; Yariwake, J. 2010. Maracuyá: un alimento funcional. Sao Paulo, BR. Revista Científica Universidad de Sao Paulo. Vol. 20. p 460.
- Pérez, L. 2013. Reducir el desperdicio para alimentar al mundo. Buenos Aires, ARG. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Vol. 39. p3.
- Pro Ecuador (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). 2016. Perfil sectorial de frutas no tradicionales. (En línea). Consultado 23 de oct de 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.proecuador>.
- Ramírez, J. 2006. Introducción a la reología de los alimentos. 1 ed. Colombia. Cali. p 8-9
- Ramos, M. 2014. México: Aprovechan residuos agroindustriales para obtener alimentos funcionales y biocombustibles. (En línea). Formato html. Consultado 13 nov 2017. Disponible en: <https://www.residuosprofesional.com/>

- Ribotta, P. 2012. Evaluación de los efectos de incorporación de fibra alimentaria sobre las propiedades de las masas y galletitas. *Revista de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Vol. 1. p 5-6
- Rincón, A; Vázquez, A; Padilla, M; Fanny, C. 2005. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. Caracas, Ven. *Revista Alan*. Vol. 55. p 307.
- Rodríguez, E; Fernández, A; Ayala, A. 2005. Reología y textura de masas, aplicaciones en trigo y maíz. Bogotá, CO. *Revista Ingeniería e Investigación*. Vol. 25. p. 72-73.
- Román, M y Valencia, F. 2006. Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. Medellín, CO. *Revista Vitae*. Vol.13.p 37.
- Santiago, J. 2014. Obtención y caracterización fisicoquímica, microbiológica y organoléptica de residuos fibrosos de naranja (*Citrus sinensis*) obtenido a 50°C y su incorporación en un sistema alimenticio. Tesis de Ing. en Alimentos. UTM. Huajuapán de León-Oaxaca. MX. p 6-8
- Sarmiento, E; Muños, Y; Villegas, W; Calle, K; Recalde, M. 2015. Aprovechamiento de la cáscara de naranja en el restaurante la teja cava restaurant de la ciudad de pasaje en el primer semestre del 2015. Nivelación y admisión. Tesis en Biblioteca de Ciencias Empresariales. UTMACH. El Oro, EC. p 10
- Silvas, M; Ramírez, B; Torres, P; Carvajal, E; Bello, L; Barrón, J. 2013. Cambios fisicoquímicos en masa congelada y su efecto en la calidad del pan. Caracas, Ven. *Revista Interciencia*. Vol. 38. p 335
- Soledad, S. 2011. Sustitución parcial del grano de sorgo por cáscara de naranja deshidratada y factores de variación en la producción de cabras. Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista. UASLP, San Luis. P4.
- Torres, J; Torres, R; Acevedo, A; Gallo, L. 2015. Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. Cartagena, CO. *Revista Vector*. Vol. 10 p 14-22

Villalta, G. 2012. Propuesta para elaboración de galletas como colación escolar a base de soya, maíz y okara. Tesis Ing. Química. UG. Guayaquil-Guayas, EC. p 2

ANEXOS

ANEXO Nº 1**PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA HARINA DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA**

Foto a. Selección de la materia prima (naranja)



Foto b. Selección de la materia prima (piña)



Foto c. Obtención de la materia prima



Foto d. Troceado de la materia prima



Foto e. Escaldado de las cáscaras (naranja)



Foto f. Escaldado de las cáscaras (piña)



Foto g. Producto deshidratado (cáscara de piña)



Foto h. Producto deshidratado (cáscara de naranja)



Foto i. Producto tamizado

ANEXO Nº 2

**ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS A LAS HARINAS DE CÁSCARA
DE NARANJA Y PIÑA**



FOTO a. Análisis de grasa (cáscara de piña y naranja)



Foto b. Análisis de PH (cáscara de piña y naranja)



Foto c. Análisis de humedad (cáscara de piña y naranja)

ANEXO Nº 3

ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS DE CÁSCARA DE FRUTAS



Foto a. Mezcla de los ingredientes según formulación



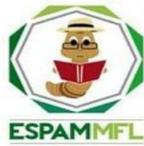
Foto b. Horneado de las galletas



Foto c. Producto terminado

ANEXO Nº 4

FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL



CARRERA DE AGROINDUSTRIA

EVALUACIÓN SENSORIAL



“GALLETAS A BASE DE CÁSCARAS DE FRUTAS (PIÑA Y NARANJA)”

Usted ha recibido siete muestras para evaluar la aceptabilidad en cuanto a color, olor y sabor. Pruebe las muestras de izquierda a derecha, luego llene el código en la ficha respectivamente. Recuerde que el vaso con agua que se le entrega es para que sea usado como agente enjuagante entre una degustación y otra. Marque con una (x) según su preferencia.

COLOR							
MUESTRAS							
ESCALA DE PREFERENCIA							
Me gusta mucho							
Me gusta un poco							
Me es indiferente							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							
OLOR							
MUESTRAS							
ESCALA DE PREFERENCIA							
Me gusta mucho							
Me gusta un poco							
Me es indiferente							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							
SABOR							
MUESTRAS							
ESCALA DE PREFERENCIA							
Me gusta mucho							
Me gusta un poco							
Me es indiferente							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

Gracias por su colaboración.

Foto a. Ficha empleada para el Análisis sensorial



Foto b. Análisis sensorial (Galletas de piña y naranja)



Foto c. Análisis sensorial (Galletas de piña y naranja)

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS AL MEJOR TRATAMIENTO



Foto a. Análisis microbiológicos

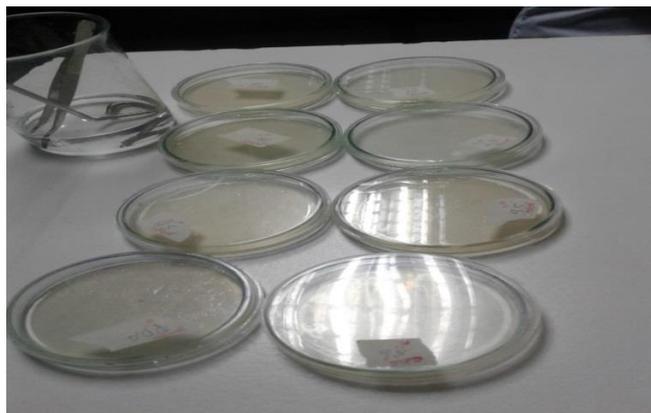


Foto b. Análisis de mohos y levaduras

ANEXO Nº 6

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS A LAS GALLETAS DE CÁSCARA DE FRUTAS



Foto a. Análisis de fibra a las galletas



Foto b. Análisis de cenizas a las galletas



Foto c. Análisis de pH a las galletas



Foto d. Análisis de humedad a las galletas

ANEXO Nº 7

INFORME DE RESULTADOS BROMATOLÓGICOS DE LAS GALLETAS

 ESPAMMFL 	
REPUBLICA DEL ECUADOR ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ	
LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL	
NOMBRE DE ESTUDIANTES:	Rodriguez Gia Jose Luis Chumo Chaves Nieve Estefanía
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	25/06/2018
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:	25/06/2018
MUESTRAS ENVIADAS:	12

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: GALLETAS DE HARINA DE CÁCARA DE PIÑA

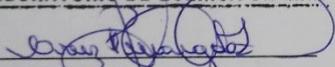
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T4R1		
pH	----	5,7
Humedad	%	9,39
Ceniza	%	1,09
Grasa	%	14,25
Fibra total	%	1,07

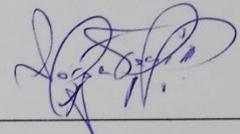
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: GALLETAS DE HARINA DE CÁCARA DE PIÑA

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T4R2		
pH	----	5,53
Humedad	%	9,93
Ceniza	%	1,15
Grasa	%	14,30
Fibra total	%	1,11

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: GALLETAS DE HARINA DE TRIGO		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
TR ₃		
pH	----	5,66
Humedad	%	9,92
Ceniza	%	0,8
Grasa	%	15,64
Fibra total	%	0,23




 Lic. Cruz Pinargote Zambrano
 JEFE DE LABORATORIO



Ing. Jorge Teca Delgado
 ANALISTA

Foto a. Resultados bromatológicos de las galletas de cáscara de piña y el testigo



REPUBLICA DEL ECUADOR

ESPAMMFL

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

NOMBRE DE ESTUDIANTES:	Rodriguez Gia Jose Luis Chumo Chaves Nieve Estefanía
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	11/06/2018
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:	11/06/2018
MUESTRAS ENVIADAS:	9

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: GALLETAS DE HARINA DE CÁCARA DE NARANJA

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₁ R ₁		
pH	---	5,76
Humedad	%	6,47
Ceniza	%	1,16
Grasa	%	14,04
Fibra total	%	1,28

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: GALLETAS DE HARINA DE CÁCARA DE NARANJA

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₁ R ₂		
pH	---	5,67
Humedad	%	6,60
Ceniza	%	1,11
Grasa	%	14,56
Fibra total	%	1,25

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: GALLETAS DE HARINA DE CÁCARA DE NARANJA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T ₃ R ₃		
pH	----	5,84
Humedad	%	9,15
Ceniza	%	1,73
Grasa	%	16,21
Fibra total	%	3,43



Lic. Cruz Pinargote Zambrano
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA

Foto b. Resultados bromatológicos de las galletas de cáscara de naranja

ANEXO Nº 8

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FIBRA TOTAL DE LAS GALLETAS DE CÁSCARA DE PIÑA

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ ESPAM "MFL"
INFORME DE RESULTADOS	
NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GIA – NIEVE ESTEFANÍA CHUMO CHÁVEZ
SOLICITADO POR:	JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GIA – NIEVE ESTEFANÍA CHUMO CHÁVEZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	CALCETA
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	GALLETA DE PIÑA
TIPO DE MUESTREO:	CLIENTE
ENSAYOS REQUERIDOS:	FIBRA
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	18/06/2018 08H22
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	19/06/2018 – 20/06/2018
LABORATORIO RESPONSABLE:	BROMATOLOGÍA
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:	ING. EUDALDO LOOR M.

ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS			
				TESTIGO	GALLETA DE PIÑA		
					$Pa_2b_1R_1$	$Pa_2b_2R_1$	$Pa_2b_3R_1$
1	FIBRA	INEN 542	%	0,15	1,07	2,18	3,65
OBSERVACIONES:							



FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 Fecha: 21/06/2018



FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD
 Fecha: 21/06/2018

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

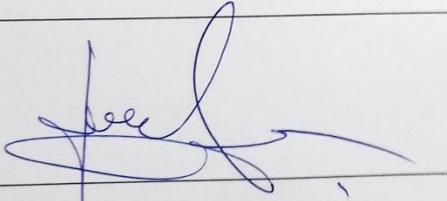
Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Via El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: espam@mnb.satnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

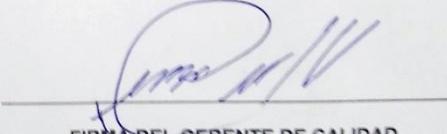
ANEXO Nº 9

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FIBRA TOTAL DE LAS GALLETAS DE CÁSCARA DE NARANJA

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ ESPAM "MFL"
INFORME DE RESULTADOS	
NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GIA – NIEVE ESTEFANÍA CHUMO CHÁVEZ
SOLICITADO POR:	JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GIA – NIEVE ESTEFANÍA CHUMO CHÁVEZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	CALCETA
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	GALLETA DE NARANJA
TIPO DE MUESTREO:	CLIENTE
ENSAYOS REQUERIDOS:	GRASA
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	18/06/2018 08H22
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	19/06/2018 – 28/06/2018
LABORATORIO RESPONSABLE:	BROMATOLOGÍA
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:	ING. EUDALDO LOOR M.

ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS		
				GALLETA DE NARANJA		
				Na ₁ b ₁ R ₃	Na ₁ b ₂ R ₃	Na ₁ b ₃ R ₁
1	GRASA	AOAC 17th	%	14,04	16,21	16,42
OBSERVACIONES:						


FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 Fecha: 28/06/2018


FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD
 Fecha: 28/06/2018

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

ANEXO Nº 10

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PROTEÍNA A LAS GALLETAS DE CÁSCARA DE NARANJA Y PIÑA



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD
"CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/50831

CLIENTE:	SR. JOSE RODRÍGUEZ GÍA	FECHA MUESTREO:	N/A
ATENCIÓN:	SR. JOSE RODRÍGUEZ GÍA	FECHA DE INGRESO:	20/06/2018
DIRECCIÓN:	CALCETA	FECHA INICIO DE ENSAYO:	21/06/2018
ESPECIE:	N/A	FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:	21/06/2018
TIPO DE ENVASE:	FUNDA ZIPLOC	FECHA EMISIÓN RESULTADOS:	22/06/2018
CANT. DE MUESTRAS:	N/A	FACTURA:	026-002-1791
UNIDADES/PESO:	1/500g	ORDEN:	50831
MARCA:	N/A	PAÍS DE DESTINO:	N/A
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA :	GALLETAS DE PIÑA	TIPO DE PRODUCTO:	HARINAS

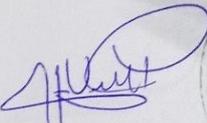
ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
Proteína	Tratamiento #2 Pa2b2R3	%	11.08	-	-	PEE/CESECCA/QC/15 Método de Referencia AOAC Ed. 20, 2018, 2001.11 NTE INEN 465:1980

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

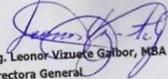
Nota 1 Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica
ND: No detectable



Ing. Fernando Veloz Párraga
Jefe Técnico de Laboratorio
CESECCA





Ing. Leonor Vizcete Galbor, MBA
Directora General
CESECCA

U.L.E.A.M

ANEXO Nº 11

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO AL MEJOR TRATAMIENTO



REPÚBLICA DEL ECUADOR



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Ley 2006 – 49 Suplemento R.O. 298 – 23 – 06 - 2006
 CALCETA – ECUADOR

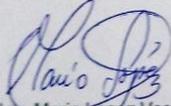


LMA
 Laboratorio de Microbiología Ambiental

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 1 de 1	
CLIENTES:	CHIMO CHÁVEZ NIEVE ESTEFANÍA RODRÍGUEZ GIA JOSÉ LUIS	Nº de análisis:	2
DIRECCIÓN:	CAMPUS POLITÉCNICO "EL LIMÓN"	Fecha de recibido:	18/06/2018
TELÉFONO:	0969493615	Fecha de análisis:	18/06/2018
NOMBRE DE LA MUESTRA:	GALLETA	Fecha de reporte:	27/06/2018
CANTIDAD RECIBIDA:	1	Fecha de muestreo:	18/06/2018
TIPO DE ENVASE:	Funda plástica de 500 g de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras	Responsable del muestreo:	Investigadores
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

MUESTRAS POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
GALLETA	Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/g	$4,5 \times 10^3$	NTE INEN 1529-5
	Mohos y Levaduras	UP/g	$2,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-10

Nota:
 Resultados válidos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Ing. Mario Lopez Vera.
COORDINADOR (E) LAB. DE MICROBIOLOGÍA



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Cámara de
AGROINDUSTRIA
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
 SUPLENENTE AL ÁREA AGROINDUSTRIAL

ÁREA AGROINDUSTRIA

OFICINAS CENTRALES:
 10 de agosto No. 82 y Granda Centeno
 Telef: 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

www.espam.edu.ec
rectorado@espam.edu.ec

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA
 Sitio El Limón
 Telef: 593 05 686103

ANEXO Nº 12

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FIBRA DIETÉTICA EL MEJOR TRATAMIENTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS
Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 5517, e-mail: laconal@uta.edu.ec
Ambato-Ecuador



"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación Nº: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:18-139						R01-5.10 07
Solicitud Nº: 18-139						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 19 de junio de 2018			Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 22 de junio de 2018			
Información del cliente:						
Empresa: Universidad Politécnica de Manabí			C.I./RUC: 0107667975			
Representante: José Luis Rodríguez Gía			Tlf:			
Dirección: Calceta			Celular: 0969493615			
Ciudad: Calceta			E mail: jose_luis.r_91@hotmail.com			
Descripción de las muestras:						
Producto: Galleta			Peso: 120g			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: funda resellable			
Lote: n/a			No de muestras: una			
F. Elb.: n/a			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:			Almac. en Lab: 7 días			
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente: 19 de junio de 2018			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Galleta	13918351	P a2 b2 R2	Grasa	PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 2003.06	%	14,9
			*Fibra dietética total	AOAC 985.29. Ed 20, 2016	%	10,8
Conds. Ambientales: 19.7 °C; 56%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 22 de junio de 2018						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

ANEXO Nº 13

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE TEXTURA A LAS GALLETAS DE CÁSCARA DE FRUTAS



Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 06 de julio de 2018

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a las estudiantes **Nieve Estefanía Chumo Chávez** con CI: 131568663-2 y **José Luis Rodríguez Gia** con CI: 010666797-5, Estudiantes de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL), Los análisis fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Dureza, Adhesividad, Cohesividad, Gomosidad, Elasticidad y Masticabilidad), estos análisis instrumentales corresponden al trabajo de titulación "**Influencia de la sustitución parcial de harinas de cascara de frutas en perfil de textura y calidad nutricional de una galleta**".

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (J)	Cohesividad	Gomosidad (N)	Elasticidad	Masticabilidad (N)
Na1b1R1	32,58	0,0048	0,5923	49,85	0,8955	4,9012
Na1b2R1	32,89	0,0095	0,6100	50,33	0,9112	4,8913
Na1b3R1	34,50	0,0051	0,6189	50,97	0,9199	4,7517
Pa2b1R1	39,85	0,0051	0,7520	59,26	0,8314	3,1752
Pa2b2R1	41,12	0,0053	0,75,89	63,18	0,7850	3,1800
Pa2b3R1	42,44	0,0053	0,7712	66,15	0,7710	3,2155
CONTROL	31,29	0,0041	0,7874	46,44	0,5589	3,2200

Atentamente,



Ing. Marlon Castro García
Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lácteos
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

05-2623-740 ext1 181 / 05-2613-453
Av. Circunvalación Vía a San Mateo
www.uleam.edu.ec

Uleam

ANEXO Nº 14

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PARA GALLETAS

CDU: 664.665
ICS: 67.060.00



CIU: 3117
AL 02.08-420

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	GALLETAS. REQUISITOS.	NTE INEN 2 085:2005 Primera revisión 2005-05
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los diferentes tipos de galletas.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIÓN</p> <p>2.1 Galletas. Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano.</p> <p>2.1.1 <i>Galletas simples.</i> Son aquellas definidas en 2.1 sin ningún agregado posterior al horneado.</p> <p>2.1.2 <i>Galletas Saladas.</i> Aquellas definidas en 2.1 que tienen connotación salada.</p> <p>2.1.3 <i>Galletas Dulces.</i> Aquellas definidas en 2.1 que tienen connotación dulce.</p> <p>2.1.4 <i>Galletas Wafer.</i> Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.</p> <p>2.1.5 <i>Galletas con relleno.</i> Aquellas definidas en 2.1 a las que se añade relleno.</p> <p>2.1.6 <i>Galletas revestidas o recubiertas.</i> Aquellas definidas en 2.1 que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas.</p> <p>2.1.7 <i>Galletas bajas en calorías.</i> Es el producto definido en 2.1 al cual se le ha reducido su contenido calórico en por lo menos un 35 % comparado con el alimento normal correspondiente.</p> <p>2.2 <i>Leudantes.</i> Son microorganismos, enzimas y sustancias químicas que acondicionan la masa para su horneado.</p> <p>2.3 <i>Agentes de tratamiento de harinas.</i> Son sustancias que se añaden a la harina para mejorar la calidad de cocción o el color de la misma; como agente de tratamiento de harina se considera a: los blanqueadores, acondicionadores de masa y mejoradores de harina.</p> <p style="text-align: center;">3. CLASIFICACIÓN</p> <p>3.1 Las Galletas se clasifican en los siguientes tipos:</p> <p>3.1.1 Tipo I Galletas saladas</p> <p>3.1.2 Tipo II Galletas dulces</p> <p>3.1.3 Tipo III Galletas wafer</p> <p>3.1.4 Tipo IV Galletas con relleno</p> <p>3.1.5 Tipo V Galletas revestidas o recubiertas</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Productos alimenticios, productos a base de harina, productos de pastelería, galletas, requisitos.</p>		

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Las galletas se deben elaborar en condiciones sanitarias apropiadas, observándose buenas prácticas de fabricación y a partir de materias primas sanas, limpias, exentas de impurezas y en perfecto estado de conservación.

4.2 La harina de trigo empleada en la elaboración de galletas debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 616.

4.3 A las galletas se les puede adicionar productos tales como: azúcares naturales, sal, productos lácteos y sus derivados, lecitina, huevos, frutas, pasta o masa de cacao, grasa, aceites, levadura y cualquier otro ingrediente apto para consumo humano.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos

5.1.1 Requisitos Bromatológicos. Las galletas deberán cumplir con los requisitos especificados en la tabla 1.

TABLA 1.

Requisitos	Min	Max	Método de ensayo
pH en solución acuosa al 10%	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (%N x 5,7)	3,0	–	NTE INEN 519
Humedad %	–	10,0	NTE INEN 518

5.1.2 Requisitos Microbiológicos

5.1.2.1 Las galletas simples deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 2.

TABLA 2.

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras upc/g	3	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10

5.1.2.2 Las galletas con relleno y las recubiertas deben cumplir con los requisitos microbiológicos de la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para galletas con relleno y para galletas recubiertas

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	1	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras upc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
Estafilococos aureus					
Coagulasa positiva ufc/g	3	$< 1,0 \times 10^2$	–	0	NTE INEN 1529-14
Coliformes totales ufc/g	3	$< 1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-7
Coliformes fecales ufc/g 3	3	ausencia	–	0	NTE INEN 1529-8

En donde:

- n número de unidades de muestra
- m nivel de aceptación
- M nivel de rechazo
- c número de unidades entre m y M

(Continúa)

ANEXO Nº 15

NORMA TÉCNICA MEXICANA PARA GALLETAS

NMX-F-006-1983. ALIMENTOS. GALLETAS. FOOD. COOKIE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

0. INTRODUCCIÓN

Las especificaciones que se establecen en esta Norma sólo podrán satisfacerse cuando en la elaboración del producto se utilicen materias primas e ingredientes de calidad sanitaria, se apliquen buenas técnicas de elaboración, se realicen en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas, que aseguren que el producto es apto para el consumo humano.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones que debe cumplir el producto denominado "Galletas".

2. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Mexicanas:

NMX-F-66-S. Determinación de cenizas en alimentos.
NMX-F-68-S. Alimentos. Determinación de proteínas.
NMX-F-83. Determinación de humedad en productos alimenticios.
NMX-F-89-S. Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet).
NMX-F-90-S. Determinación de fibra cruda en alimentos.
NMX-F-253. Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias.
NMX-F-254. Cuenta de organismos coliformes.
NMX-F-255. Método de conteo de hongos y levaduras en alimentos.
NMX-F-308. Cuenta de organismos coliformes fecales.
NMX-F-312. Determinación de reductores directos y totales en alimentos.
NMX-F-317. Determinación de pH en alimentos.
NMX-Z-12. Muestreo para la inspección por atributos.

3. DEFINICIÓN

Para los efectos de esta Norma se establece la siguiente definición:

Galletas.- Es el producto elaborado con harinas de trigo, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasa vegetal y/o aceites vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodatada; adicionados o no de otros ingredientes (véase 5.6) y aditivos alimenticios permitidos (véase 5.7) los que se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado.

4. CLASIFICACIÓN

El producto objeto de esta Norma se clasifica en 3 tipos y un sólo grado de calidad cada uno.

Tipo I Galletas finas

Tipo II Galletas entrefinas

Tipo III Galletas comerciales

5. ESPECIFICACIONES

Las galletas en sus 3 tipos y un sólo grado de calidad cada uno deben cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1 Sensoriales

Color: Característico del tipo de galleta sin presentar áreas negras por quemaduras.

Olor: Característico, no debe presentar olores extraños ni a rancidez.

Sabor: Característico del producto, sin sabores extraños.

Aspecto: Tamaño uniforme, de acuerdo con el tipo de galleta.

Consistencia: La característica, de cada producto.

5.2 Físicas y químicas

Las galletas deben cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en las tablas siguientes:

Para el tipo I (Finas)

Tabla 1

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad %		6.0
pH (Nota 1)	6.0	8.0
Cenizas %		1.5
Proteínas %	8.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo % (Nota 2)	15.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

Nota 1. En el caso de galletas con relleno de frutas el pH se modificará de acuerdo al relleno.

Nota 2. En caso de galletas tipo gauffrette sin relleno, este porcentaje puede ser menor.

Para el tipo II (Entrefinas)

Tabla 2

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad %		8.0
pH	6.0	8.0
Cenizas %		2.0
Proteínas %	6.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo %	10.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

Para el Tipo III (Comerciales)

Tabla 3

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad %		8.0
pH	6.0	8.0
Cenizas %		2.0
Proteínas %	6.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo %	5.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

Nota 3. Las especificaciones correspondientes se refieren sobre base seca.

5.3 Microbiológicas

El producto objeto de esta Norma debe cumplir con las especificaciones microbiológicas anotadas a continuación.

Tabla 4

Especificaciones	Máximo
Mesofílicas aerobias	30,000 col/g
Hongos	10 col/g
Coliformes (Nota 4)	Negativo
Escherichia coli en 25 g	Negativo

Nota 4. En el caso de galletas con relleno o cobertura pudiera tener 50 col/g máximo.

Además no debe contener biotoxinas (aflatoxinas) en una cantidad no mayor de 20 µg/kg ó (0.02 mg/kg) ó (0.02 ppm).

5.4 Materia extraña objetable

ANEXO Nº 16

**RESULTADOS DE KRUSKAL WALLIS EN EL PROGRAMA INFOSTAT
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TEXTURA**

Dureza

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
DUREZA	T	3	31,27	0,02	31,27	6	19,50	0,0034
DUREZA	t1	3	32,54	0,08	32,58			
DUREZA	t2	3	32,81	0,12	32,88			
DUREZA	t3	3	34,21	0,66	34,50			
DUREZA	t4	3	39,79	0,31	39,85			
DUREZA	t5	3	40,46	0,60	40,29			
DUREZA	t6	3	42,43	0,04	42,44			

Adhesividad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
ADHESIVIDAD	T	3	4,1E-03	2,5E-04	4,1E-03	6	12,81	0,0444
ADHESIVIDAD	t1	3	4,6E-03	8,7E-04	4,8E-03			
ADHESIVIDAD	t2	3	0,01	5,0E-04	0,01			
ADHESIVIDAD	t3	3	4,9E-03	2,1E-04	0,01			
ADHESIVIDAD	t4	3	0,01	5,0E-04	0,01			
ADHESIVIDAD	t5	3	0,01	3,2E-04	0,01			
ADHESIVIDAD	t6	3	0,02	0,03	0,01			

Cohesividad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
COHESIVIDAD	T	3	0,77	0,02	0,76	6	17,67	0,0071
COHESIVIDAD	t1	3	0,60	0,01	0,59			
COHESIVIDAD	t2	3	0,62	0,01	0,62			
COHESIVIDAD	t3	3	0,62	0,01	0,62			
COHESIVIDAD	t4	3	0,75	0,01	0,75			
COHESIVIDAD	t5	3	0,76	0,01	0,76			
COHESIVIDAD	t6	3	0,77	4,7E-03	0,77			

Gomosidad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
GOMOSIDAD	T	3	45,30	1,37	45,68	6	18,50	0,0051
GOMOSIDAD	t1	3	49,80	0,22	49,85			
GOMOSIDAD	t2	3	50,06	0,24	50,00			
GOMOSIDAD	t3	3	50,27	0,72	50,31			
GOMOSIDAD	t4	3	59,37	1,11	59,26			
GOMOSIDAD	t5	3	62,83	0,32	62,76			
GOMOSIDAD	t6	3	65,24	0,85	65,12			

Elasticidad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
ELASTICIDAD	T	3	0,55	0,01	0,55	6	18,63	0,0048
ELASTICIDAD	t1	3	0,90	3,5E-03	0,90			
ELASTICIDAD	t2	3	0,91	1,4E-03	0,91			
ELASTICIDAD	t3	3	0,91	0,01	0,91			
ELASTICIDAD	t4	3	0,83	0,02	0,83			
ELASTICIDAD	t5	3	0,77	0,01	0,77			
ELASTICIDAD	t6	3	0,77	0,01	0,77			

Masticabilidad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
MASTICABILIDAD	T	3	3,15	0,06	3,12	6	17,11	0,0089
MASTICABILIDAD	t1	3	5,07	0,20	5,01			
MASTICABILIDAD	t2	3	4,82	0,07	4,82			
MASTICABILIDAD	t3	3	4,75	0,03	4,75			
MASTICABILIDAD	t4	3	3,16	0,02	3,16			
MASTICABILIDAD	t5	3	3,16	0,02	3,15			
MASTICABILIDAD	t6	3	3,22	0,06	3,22			

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS A LAS GALLETAS

Humedad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
HUMEDAD	T	3	9,87	0,15	9,90	6	14,41	0,0253
HUMEDAD	t1	3	6,47	0,22	6,60			
HUMEDAD	t2	3	7,93	0,03	7,93			
HUMEDAD	t3	3	9,35	0,18	9,41			
HUMEDAD	t4	3	9,77	0,33	9,93			
HUMEDAD	t5	3	9,67	0,60	9,42			
HUMEDAD	t6	3	9,01	1,00	9,14			

Ceniza

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
CENIZA	T	3	0,90	0,06	0,90	6	18,32	0,0054
CENIZA	t1	3	1,16	0,05	1,16			
CENIZA	t2	3	1,28	0,07	1,31			
CENIZA	t3	3	1,71	0,05	1,73			
CENIZA	t4	3	1,12	0,03	1,13			
CENIZA	t5	3	1,30	0,02	1,31			
CENIZA	t6	3	1,44	0,13	1,44			

pH

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
pH	T	3	5,75	0,05	5,74	6	13,23	0,0386
pH	t1	3	5,76	0,09	5,77			
pH	t2	3	5,80	0,04	5,80			
pH	t3	3	5,76	0,10	5,78			
pH	t4	3	5,96	0,60	5,70			
pH	t5	3	5,44	0,04	5,44			
pH	t6	3	5,20	0,13	5,14			

Fibra Total

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
FIBRA TOTAL	T	3	0,16	0,02	0,16	6	19,19	0,0039
FIBRA TOTAL	t1	3	1,28	0,03	1,28			
FIBRA TOTAL	t2	3	2,48	0,22	2,56			
FIBRA TOTAL	t3	3	4,02	0,52	4,28			
FIBRA TOTAL	t4	3	1,14	0,08	1,11			
FIBRA TOTAL	t5	3	2,23	0,05	2,23			
FIBRA TOTAL	t6	3	3,70	0,05	3,70			

Proteína

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
PROTEINA	T	3	11,47	0,13	11,40	6	19,30	0,0037
PROTEINA	t1	3	12,78	0,05	12,78			
PROTEINA	t2	3	10,48	0,05	10,48			
PROTEINA	t3	3	9,87	0,06	9,87			
PROTEINA	t4	3	12,08	0,06	12,08			
PROTEINA	t5	3	11,08	0,05	11,08			
PROTEINA	t6	3	10,47	0,06	10,47			

ANEXO Nº 17

RESULTADOS DE PRUEBA FRIEDMAN EN EL PROGRAMA INFOSTAT

D:\Descargas\Resultados de analisis sensorial 22222222 - copia_color : 14/07/2018 - 23:32:40 - [Versión : 24/04/2018]

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T5	T6	TR	T ²	p
3,06	4,21	4,37	4,37	3,79	5,16	3,05	10,71	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 38,878

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
TR	183,00	3,05	60 A
T1	183,50	3,06	60 A B
T5	227,50	3,79	60 C
T2	252,50	4,21	60 C D
T4	262,00	4,37	60 C D E
T3	262,00	4,37	60 C D E F
T6	309,50	5,16	60 G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

- Chi cuadrado: 38,878
- P: 0.0001

D:\Descargas\Resultados de analisis sensorial 22222222 - copia_olor : 14/07/2018 - 23:38:59 - [Versión : 24/04/2018]

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T5	T6	TR	T ²	p
3,63	4,57	4,35	3,97	3,32	4,15	4,03	3,11	0,0056

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 40,076

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T5	199,00	3,32	60 A
T1	217,50	3,63	60 A B
T4	238,00	3,97	60 A B C
TR	241,50	4,03	60 B C
T6	249,00	4,15	60 B C
T3	261,00	4,35	60 C
T2	274,00	4,57	60 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

- Chi cuadrado: 40,076
- P: 0,0056

D:\Descargas\Resultados de analisis sensorial 22222222 - copia_sabor : 14/07/2018 - 23:42:00 - [Versión : 24/04/2018]

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T5	T6	TR	T ²	p
5,33	5,76	5,42	3,08	2,19	3,27	2,97	70,12	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 28,863

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T5	131,50	2,19	60 A
TR	178,00	2,97	60 B
T4	184,50	3,08	60 B C
T6	196,00	3,27	60 B C D
T1	319,50	5,33	60 E
T3	325,00	5,42	60 E
T2	345,50	5,76	60 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

- Chi cuadrado: 28,863
- P: 0,0001.