

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACION

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y
COMPUESTOS BIOACTIVOS DE GALLETAS DULCES
ELABORADAS CON HARINA DE CÁSCARA DEL FRUTO DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.)”**

**MODALIDAD PARA OPTAR EL GRADO DE:
DOCTORA EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**

AUTORA:

SILVIA MARÍA MURILLO BACA

ASESOR:

Dr. ALDO JUAN SANDOVAL RICCI

JURADO:

DR. JOSÉ LUÍS BOLÍVAR JIMÉNEZ

DR. NOE SABINO ZAMORA TALAVERANO

DR. ABEL WALTER ZAMBRANO CABANILLAS

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A DIOS, mi todo.

A mis padres Pericles Marino Murillo Vásquez
y Rosa Yolanda Baca de Murillo, por todo su
amor y confianza, mis hijos María de Jesús y
Luis Diego por hacerme una madre feliz.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Universidad Nacional del Centro del Perú, y Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por apoyarme con sus ambientes y laboratorios para realizar la parte experimental de la tesis.

A los docentes y mis colegas del doctorado por su amistad y solidaridad.

Al Ing. Agrónomo Peter Oscar Herrera Cahuana por su valiosa ayuda en la obtención de los frutos de cacao y su selección.

A mi asesor Dr. Aldo Sandoval Ricci, por su paciencia y el apoyo brindado en todo este tiempo.

A los miembros del jurado Dr. José Bolívar Jiménez, Dr. Noe Zamora Talaverano y Dr. Walter Zambrano Cabanillas que contribuyeron con su atención y revisión de este trabajo de investigación.

A mis hermanos: Patricia Susana y Marco Antonio, por quererme, estar pendiente y alentarme a concluir este reto, a pesar de la distancia.

A mis amigas por su amistad, comprensión y estar siempre presentes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
RESUMO.....	17
INTRODUCCIÓN.....	18
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	21
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	26
1.3. OBJETIVOS.....	28
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	29
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	30
1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	31
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. TEORÍAS GENERALES.....	35
2.2. BASES TEÓRICAS.....	45
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	62
2.4. HIPÓTESIS.....	64
III. MÉTODO	
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
3.3. ESTRATEGIA DE PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	68

3.4. VARIABLES.....	68
3.5. POBLACIÓN.....	69
3.6. MUESTRA.....	69
3.7. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	69
3.7.1. Procesamiento y métodos de investigación	69
3.7.2. Análisis de datos.....	77
A. Características de la materia prima.....	77
B. Características de las harinas de cáscara del fruto de cacao.....	77
C. Características de galletas dulces.....	84
3.7.3. Instrumentos de recolección de datos.....	87

IV. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	90
4.1.1. Características físicas del fruto de cacao criollo y del cacao CCN 51.	90
4.1.2. Rendimiento en harina de cáscara de cacao.....	91
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS HARINAS DE CÁSCARA DEL FRUTO DE CACAO.....	92
4.2.1. Composición químico proximal de las harinas de cáscara de cacao.	92
4.2.2. pH y acidez de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	93
4.2.3. Granulometría de la harina de la cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	94
4.2.4. Colorimetría de las harinas.....	97
4.2.5. Caracterización farinográfica de las harinas.....	98
4.2.6. Identificación de compuestos fenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en harina de cáscara de cacao Criollo y	101

cacao CCN 51.....	
4.2.7 Fibra dietética soluble e insoluble en harinas de cáscara de cacao.....	103
4.2.8. Contenido de minerales en harinas de cáscara de cacao.....	104
4.2.9. Evaluación microbiológica de las harinas.....	105
4.3. EVALUACIÓN EN LAS GALLETAS DULCES CON HARINA DE CÁSCARA DE CACAO CRIOLLO Y CCN 51.....	105
4.3.1. Evaluación sensorial de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	105
4.3.2. Evaluación de las características físicas de las galletas dulces.....	107
4.3.3. pH, Acidez e índice de peróxido de las galletas dulces.....	108
4.3.4. Caracterización químico proximal de las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	109
4.3.5. Fracciones de fibra dietéticas en las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y de CCN 51.....	110
4.3.6. Evaluación del color en las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	111
4.3.7. Efecto de la sustitución sobre la dureza de la galleta con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	114
4.3.8. Compuestos bioactivos: Contenido de polifenoles, actividad antioxidante, contenido de carotenos y antocianinas en galletas con harina de cáscara de cacao.....	116
4.3.9. Contenido de minerales en las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	118
4.3.10. Análisis microbiológicos en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	119

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	121
--	-----

5.1.1.	De las características físicas del fruto de cacao criollo y del cacao CCN 51.....	121
5.1.2.	Del rendimiento en harina de cáscara de cacao	122
5.2.	DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HARINAS DEL FRUTO DE CACAO.....	122
5.2.1.	De la composición químico proximal de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	122
5.2.2.	Del pH y acidez de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	124
5.2.3.	Granulometría de la harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	125
5.2.4.	Colorimetría de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	127
5.2.5.	De la caracterización farinográfica de las harinas.....	127
5.2.6.	De compuestos fenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51..	129
5.2.7.	De la fibra dietética soluble e insoluble de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	131
5.2.8.	Del contenido de minerales de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....	132
5.2.9.	Evaluación microbiológica de las harinas de cáscara de cacao.....	133
5.3.	DE LA EVALUACIÓN DE LAS GALLETAS DULCES ELABORADAS...	133
5.3.1.	De la evaluación sensorial de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	133
5.3.2.	De las características físicas de las galletas.....	135
5.3.3.	Del pH, Acidez e índice de peróxidos de las galletas.....	136
5.3.4.	De la composición químico proximal de las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	137
5.3.5.	De las fracciones de fibra dietéticas en las galletas con harina de	

cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	139
5.3.6. De la evaluación colorimétrica en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	139
5.3.7. Efecto de la sustitución sobre la dureza de las galletas.....	141
5.3.8. Del contenido de polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en galletas con harina de cáscara de cacao.....	142
5.3.9. Del contenido de minerales en las galletas.....	145
5.3.10. Análisis microbiológicos en galletas con harina de cáscara de cacao..	147
5.4 CONCLUSIONES.....	148
5.5 RECOMENDACIONES.....	151
VI. REFERENCIAS.....	152
VII. ANEXOS.....	170

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	<i>Usos principales del fruto del cacao.....</i>	47
Tabla 2	<i>Componentes del rendimiento, comportamiento a monilia y promedio de frutos por árbol de cacaos clonados.....</i>	55
Tabla 3	<i>Requisitos microbiológicos en harinas.....</i>	59
Tabla 4	<i>Distribución de los tratamientos.....</i>	67
Tabla 5	<i>Formulación de las galletas dulces.....</i>	74
Tabla 6	<i>Características físicas del fruto de cacao criollo y CCN 51.....</i>	90
Tabla 7	<i>Rendimiento de harina de la cáscara del fruto de cacao criollo.....</i>	91
Tabla 8	<i>Rendimiento de harina de la cáscara del fruto de cacao CCN 51....</i>	92
Tabla 9	<i>Resultado del análisis químico proximal de la harina de trigo, de cáscara de cacao Criollo y cáscara de cacao CCN 51 (g/100 g materia seca).....</i>	93
Tabla 10	<i>pH y acidez de la harina de cáscara de cacao Criollo y del CCN 51.</i>	94
Tabla 11	<i>Resultado del análisis granulométrico de la harina de la cáscara de cacao Criollo.....</i>	95
Tabla 12	<i>Resultado del análisis granulométrico de la harina de la cáscara de cacao CCN 51.....</i>	96
Tabla 13	<i>Coordenadas de color para las harinas del cacao Criollo y del CCN 51.....</i>	97
Tabla 14	<i>Características las harinas del cacao criollo y del CCN 51 según farinograma.....</i>	99
Tabla 15	<i>Polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en las harinas de cáscara de cacao criollo y CCN 51.....</i>	102

Tabla 16	<i>Contenido de Fibra dietética total, soluble e insoluble en harina de cáscara de cacao Criollo y harina de cáscara de cacao CCN 51.....</i>	103
Tabla 17	<i>Contenido de minerales en harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....</i>	104
Tabla 18	<i>Resultado del análisis microbiológico de las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....</i>	105
Tabla 19	<i>Promedios registrados de los atributos color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad general en las galletas con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo.....</i>	106
Tabla 20	<i>Promedios registrados de los atributos color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad general en las galletas con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao CCN 51</i>	107
Tabla 21	<i>Promedios de características físicas de las galletas de mayor aceptación (T3) y (T6) (80% harina de trigo/20% harina de cáscara de cacao).....</i>	108
Tabla 22	<i>Resultado del análisis de pH, % de acidez e índice de peróxido de las galletas con harina de cáscara de cacao.....</i>	109
Tabla 23	<i>Composición químico proximal de las galletas con harina de cáscara de cacao.....</i>	110
Tabla 24	<i>Contenido de Fibra dietética total, soluble e insoluble en las galletas de mayor aceptación ((T3) y (T6): (80% harina de trigo/20% harina de cáscara de cacao).....</i>	111
Tabla 25	<i>Resultados análisis de color en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....</i>	112
Tabla 26	<i>Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de</i>	115

	<i>cacao criollo y CCN 51 en la dureza de las galletas.....</i>	
Tabla 27	<i>Contenido en polifenoles, actividad antioxidante, contenido de carotenos y antocianinas en galletas con harina de cáscara de cacao.....</i>	116
Tabla 28	<i>Contenido de minerales en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....</i>	119
Tabla 29	<i>Resultado de los análisis microbiológicos en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.....</i>	120

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Extracción de granos del fruto de cacao ⁽¹⁾ Cáscara del fruto de cacao ⁽²⁾	36
<i>Figura 2.</i> Clasificación de los compuestos fenólicos.....	41
<i>Figura 3.</i> Mazorca del cacao criollo.....	49
<i>Figura 4.</i> Mazorcas de cacao CCN 51.....	52
<i>Figura 5.</i> Principales regiones productoras de cacao en el 2015 en el Perú (toneladas producidas).....	57
<i>Figura 6.</i> Flujograma de obtención de harina de cáscara del fruto de cacao ...	70
<i>Figura 7.</i> Muestras de frutos de cacao Criollo y CCN 51.....	71
<i>Figura 8.</i> Cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	71
<i>Figura 9.</i> Picado de la cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	72
<i>Figura 10.</i> Secado de la cáscara de cacao (secador de bandejas) y molido.....	72
<i>Figura 11.</i> Pesado y envasado de la harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.....	73
<i>Figura 12.</i> Flujograma de elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de la cáscara de cacao.....	75
<i>Figura 13.</i> Pesado de los ingredientes para elaborar galletas.....	76
<i>Figura 14.</i> Formado y horneado de las galletas.....	77
<i>Figura 15.</i> Pruebas fisicoquímicas realizadas en las muestras	94
<i>Figura 16.</i> Análisis granulométrico de las harinas de cáscaras de cacao.....	96
<i>Figura 17.</i> Coordenadas de color (L*) y cromaticidad (a* y b*) de las harinas de cáscara de cacao Criollo (HCCC) y de cáscara de cacao CCN 51	

	(HCCN 51).....	98
<i>Figura 18.</i>	Porcentaje de absorción de agua de la harina de trigo y las harinas del cacao criollo y del CCN 51.	99
<i>Figura 19.</i>	Tiempo de desarrollo de la masa de la harina de trigo - harinas de cáscara de cacao.....	100
<i>Figura 20.</i>	Tiempo de estabilidad de la masa de la harina de trigo - harinas de cáscara de cacao.	100
<i>Figura 21.</i>	Variación del contenido de polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas de las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.	102
<i>Figura 22.</i>	Análisis sensorial de las galletas.....	107
<i>Figura 23.</i>	Esquema de comparación entre los contenidos de fibra total, fibra soluble y fibra insoluble de las galletas.....	111
<i>Figura 24.</i>	Promedio de valores de L* en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo (GCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GCCN) y galleta testigo.	113
<i>Figura 25.</i>	Promedio de valores de a* en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo (GCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GCCN) y galleta testigo.	113
<i>Figura 26.</i>	Promedio de valores de b* en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo (GHCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GHCCN) y galleta testigo.....	114
<i>Figura 27.</i>	Pruebas colorimétricas en galletas.....	114
<i>Figura 28.</i>	Pruebas de dureza en galletas.....	115
<i>Figura 29.</i>	Comparación del contenido de polifenoles en las galletas sustituidas	117

parcialmente con harina de cáscara de cacao Criollo (GHCCC),
 galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GHCCN) y galleta
 testigo.

Figura 30. Comparación de la capacidad antioxidante en las galletas sustituidas
 parcialmente con harina de cáscara de cacao Criollo (GHCCC),
 galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GHCCN) y galleta
 testigo.....

Características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos de galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*)

Silvia María Murillo Baca

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la sustitución de harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*) en las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en galletas dulces. Se utilizó el método experimental para lo cual se aprovechó las cáscaras del cacao Criollo y CCN 51, que es un residuo abundante generado durante la obtención de los granos de estos frutos, luego de lavadas, picadas, secadas y molidas se obtuvieron los siguientes resultados para las harinas de cáscara de: acidez 0,32 y 0,44% de H₂SO₄ respectivamente, ambas harinas presentaron alto contenido de polifenoles 69,53 y 57,64 mgAGE/g muestra, actividad antioxidante 60,30 y 48,90 IC₅₀(μg/ml), carotenoides 7,90 y 6,05 mg carotenos/100g muestra, antocianinas 1,43 y 1,25 mg cianidina -3-glucósido/g; la composición químico proximal indica niveles altos en contenido de fibra cruda 29,78 y 30,69%, de ceniza 7,13 y 7,29 % evidenciando el alto contenido de minerales, presencia de grasa de 2,01 y 1,89 %, mayor contenido de fibra insoluble 52,57 y 51,90 que soluble 3,02 y 3,47 enmarcándolo como alimento con buena fuente de fibra dietaria; presentan mayor contenido de minerales P, K, Fe, Zn que los encontrados en granos de cacao pero menor contenido en Mg; por lo que aportan aproximadamente el 50% del RDA (*recommended dietary allowances*) (recomendaciones dietéticas) de calcio y fósforo, el 10% de Magnesio, el 20 % de Hierro y se cubre las necesidades de Zinc; presentan ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, mohos y levaduras estando apta para el consumo humano. Para la elaboración de las galletas dulces, se utilizó tres sustituciones de harina de cáscara de cacao (10, 15 y 20%), las cuales fueron evaluadas por un panel semi entrenado, los resultados arrojaron que estadísticamente no existe diferencia significativa entre ellas, pero por los valores nutricionales que ofrecen las harinas a base de cáscara de cacao se optó por la mezcla donde la harina de cáscara de cacao sustituyó a la harina de trigo en un 20 %, ambas galletas presentaron alto contenido de fibra cruda 8,99 y 9,04 %, de cenizas 4,99 y 5,09 % y proteína 9,80 y 9,81 %; en relación al parámetro L* la galleta testigo con 100% harina de trigo fue más clara (80,23) a comparación de 59,71 y 59,96 debido al color oscuro de las harinas, contenido de polifenoles totales de 17,32 y 13,61 mgAGE/g, actividad antioxidante 1,59 y 2,05 IC₅₀ (mg/ml), carotenoides 0,85 y 0,67 mg carotenos /100g y antocianinas 327,33 y 282,67 μg cianidina-3-glucósido/g, fibra dietaria total 9,38 y 10,39 %, según el requerimiento de minerales aportarían aproximadamente el 40% de Fósforo, 26 % de Potasio, 18 % de Cobre, 32 % de Zinc, 5,50 % de Hierro y comparando las galletas con un producto rico en calcio como la leche de vaca se puede apreciar un contenido de Calcio tres veces mayor lo que sugiere su potencial como alimento funcional por el contenido de compuestos bioactivos; se recomienda evaluar la presencia de metales pesados, tipos de envases para los productos y promover mediante talleres el consumo de productos a base de harina de cáscara de cacao de manera de aprovechar los desechos de su cultivo.

Palabras clave: Cacao, cáscara de cacao, galletas dulces, compuestos bioactivos, alimento funcional.

Characteristics physicochemical, sensorial and compounds bioactive of sweet cookies elaborated with cocoa fruit shell flour (*Theobroma cacao* L.)

Silvia María Murillo Baca

ABSTRACT

The objective was to determine the effect of the substitution of flour of husk of the fruit of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the physicochemical characteristics, sensory and compounds bioactivos in sweet cookies. The experimental method was used for which the husk of the Creole cacao and CCN 51, which is an abundant residue generated during the obtaining of the grains of these fruits, after washed, punctured, dried and ground the following results were obtained for the flours of: acidity 0,32 and 0,44 % of H₂SO₄ respectively, both flours presented high content of polyphenols 69,53 and 57,64 mgAGE/g sample, antioxidant activity 60,30 and 48,90 IC₅₀ (µg/ml), carotenoids 7,90 and 6,05 mg carotene/100g sample, anthocyanins 1,43 and 1,25 mg cyanidin-3-glucoside/g; the proximal chemical composition indicates high levels in crude fiber content 29,78 and 30,69 %, Ash 7,13 and 7,29 % showing the high content of minerals, the presence of fat of 2,01 and 1,89 %, higher content insoluble fiber 52,57 and 51,90 that soluble 3,02 and 3,47 it framing as food with good dietary fiber source; they present major content of minerals P, K, Fe, Zn than those found in cocoa beans but minor contained in Mg; therefore, they provide approximately 50 % of the RDA (Recommended dietary allowances) of calcium and phosphorus, 10% of magnesium, 20 % of iron and cover the needs of Zinc; they present absence of *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, molds and yeasts being suitable for human consumption. Three substitutions of cocoa husk flour (10, 15 and 20%) were used for the elaboration of sweet biscuits, which were evaluated by a semi-trained panel, the results showed that statistically there is no significant difference between them, but because of the nutritional values offered by cocoa-husk-based flours, the mixture was chosen where the cocoa husk flour replaced wheat flour by 20 %, Both cookies presented high content of crude fiber 8,99 and 9,04 %, ash 4,99 and 5,09 % and protein 9,80 and 9,81 %; in relation to the parameter L* the cookie control with 100% wheat flour was clearer (80,23) compared to 59,71 and 59,96 due to the dark color of the flours, total polyphenols content of 17,32 and 13,61 mgAGE/g, antioxidant activity 1,59 and 2,05 IC₅₀ (mg/ml), carotenoids 0,85 and 0,67 mg carotenes/100g and anthocyanins 327,33 and 282,67 mg cyanidin-3-glucoside/g, total dietary fiber 9,38 and 10,39%, according to the requirement of minerals would contribute approximately 40 % of Phosphorus, 26 % of Potassium, 18% Copper, 32 % Zinc, 5,5 % Iron and comparing the cookies with a product rich in Calcium such as milk of cow you can appreciate a Calcium content three times greater, which suggests its potential as a functional food for the content of bioactive compounds. It is recommended to evaluate the presence of heavy metals, types of packings for the products and to promote through workshops the consumption of products based on cocoa husk flour in order to take advantage of the wastes of the crop.

Keys word: Cocoa, cocoa husk, sweet cookies, bioactive compounds, functional food.

Características físico-químicas, sensoriais e compostos bioativos de bolachas com a farinha da fruta casca de cacau (*Theobroma cacao* L.)

Silvia María Murillo Baca

RESUMO

O objetivo era determinar o efeito da substituição de farinha de casca da fruta de cacau (*Theobroma cacao* L.) nas características físico-químicas, sensoriais e compostos bioativos em bolachas doces. Foi utilizado o método experimental para o que eles se aproveitaram as cascas do cacau Crioulo e CCN 51 que é um resíduo abundante gerado durante a obtenção dos grãos destas frutas, depois de lavadas, picadas, secadas e moídas obtiveram-se as farinhas, das análises realizadas é possível estabelecer que as farinhas tenham baixa acidez 0,32 e 0,44% de H₂SO₄ respectivamente, ambas as farinhas apresentaram alto conteúdo de polifenóis 69,53 e 57,64 mgAGE/g mostra, atividade antioxidante 60,30 e 48,90 IC₅₀(µg/ml), carotenoides 7,90 e 6,05 mg carotenos/100g mostra, antocianinas 1,43 e 1,25 mg cianidina -3-glucósido/g; a composição químico proximal indica níveis altos em conteúdo de fibra crua 29,78 e 30,69%, cinza 7,13 e 7,29 % evidenciando o alto conteúdo de minerais, presença de gordura de 2,01 e 1,89 %, maior conteúdo de fibra insolúvel 52,57 e 51,90 que solúvel 3,02 e 3,47 enquadrando-o como alimento com boa fonte de fibra dietaria; apresentam maior conteúdo de minerais P, K, Fé, Zn que os encontrados em grãos de cacau mas menor conteúdo em Mg, pelo que contribuem aproximadamente o 50 % do RDA (recommended dietary allowances) de Cálcio e Fósforo, o 10% de Magnésio, o 20 % de Ferro e se cobre as necessidades de Zinco; apresentam ausência de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, mofos e fermentos estando apta para o consumo humano. Para a elaboração das bolachas doces, utilizaram-se três substituições de farinha de casca de cacau (10, 15 e 20 %), as quais foram avaliadas por um painel semi treinado, os resultados arrojaram que estatisticamente não existe diferença significativa entre elas, mas pelos valores nutricionais que oferecem as farinhas à base de casca de cacau se optou pela mistura onde a farinha de casca de cacau substituiu à farinha de trigo num 20%, ambas as bolachas apresentaram alto conteúdo de fibra crua 8,99 e 9,04 %, de cinzas 4,99 e 5,09 % e proteína 9,80 e 9,81 %; em relação ao parâmetro L* a bolacha testemunha com 100% farinha de trigo foi mais clara (80,23) a comparação de 59,71 e 59,96 devido à cor escura das farinhas, conteúdo de polifenóis totais de 17,32, 13,61 mgAGE/g, atividade antioxidante 1,59 e 2,05 IC₅₀ (mg/ml), carotenoides 0,85 e 0,67 mg carotenos/100g e antocianinas 327,33 e 282,67 µg cianidina-3-glucósido/g, fibra dietaria total 9,38 e 10,39 %, segundo o requerimento de minerais contribuiriam aproximadamente o 40% de fósforo, 26 % de potássio, 18% de cobre, 32 % de Zinco, 5,50 % de Ferro e comparando as bolachas com um produto rico em Cálcio como leite de vaca se pode apreciar um conteúdo de Cálcio três vezes maior; o que sugere seu potencial como alimento funcional para o conteúdo de compostos bioativos. Recomenda-se que a presença de metais pesados seja avaliada, os tipos de embalagens para os produtos e promovam através de oficinas o consumo de produtos à base de farinha de casca de cacau, a fim de aproveitar os resíduos de seu cultivo.

Palavras-chave: Cacau, casca de cacau, bolachas doces, compostos bioativos, alimento funcional.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un cultivo agrícola de importancia económica en la Selva Peruana, constituyéndose en una importante fuente de ingresos económicos para los agricultores y demás actores de la cadena productiva como lo confirma la FAO quien indica que la producción de cacao en Perú se ha multiplicado por cinco entre el 1990 y 2013, por lo que este último año nuestro país ingresó a la lista de los diez mayores productores de cacao (El comercio, 2015); entre las variedades cultivadas en nuestra región está el cacao tipo criollo llamado también cacao fino o de aroma cuyos granos dan características específicas de aroma o color de chocolates finos de revestimientos o capas de cobertura, es el cacao de mayor calidad (Barrientos, 2015) y el clon o variedad híbrida CCN 51 (colección Castro Carbajal) cacao obtenido en Naranjal, provincia de Guayas en Ecuador en el año 1965 durante el tiempo en que pasaba por una etapa de problemas agronómicos y su denominación alude a Colección Castro Naranjal y su numeración como 51 al número de cruces realizadas para obtener la variedad deseada, muy tolerante a la escoba de bruja y de alta productividad (Cerrón, 2012); en nuestra región, el cacao se cultiva por su semilla, el cual tiene un importante valor comercial especialmente en el mercado de exportación; sin embargo, éste representa sólo el 10 % del peso del fruto fresco (Barazarte, Sangronis y Unai, 2008 y Soto, 2012), el resto es cáscara, un residuo que representa el inconveniente de la acumulación de biomasa en grandes pilas, el principal uso que se le ha dado a este material es en la fertilización de suelos, esto gracias a su degradación que sirve como mejorador del mismo, no obstante el escepticismo de los agricultores por su aplicación (Padrón, *et al.*, 2004), estos residuos ricos en materia orgánica e inorgánica se han traducido en serios problemas ambientales tales como la

proliferación de microorganismos, contaminación, aparición de olores fétidos, deterioro del paisaje y también problemas de disposición.

Para aumentar el valor comercial y diversificar el uso de la cáscara de cacao, se han manejado diversas formas de utilización pero no para consumo humano, siendo los más resaltantes el aprovechamiento como alimento forrajero para bovinos, peces, cerdos, gallinas y cuyes, a los que se les suministran frescas o ensiladas, además de secas y molidas (Crescente, Acosta, Guevara y Estaba, 1999); también existen referencias de investigaciones que puede ser usada como fuente comercial de pectinas (Barazarte, *et al.*, 2008), producción de espumas de poliuretano para uso hortícola (Padrón *et al.*, 2004), como material absorbente de soluciones de hierro, cromo y níquel; compost para plantas como abono (Ardiles y Carreño, 2011), materia prima como material combustible en calderas (Sánchez, 2013) y como extractos con actividad antibacteriana frente a *Streptococcus mutans* (Cuellar y Guerrero, 2012), cabe indicar que el consumo de esta cáscara es restringida a los animales por el contenido de theobromina.

Los polifenoles han ganado mucho interés en la salud humana al igual que los antioxidante, sustancias que forman parte de los alimentos vegetales, en los que se refiere a los posibles beneficios contra enfermedades tales como anticancerígenos, anti-úlceras, antitrombóticos, anti-inflamatorios, inmuno moduladores, antimicrobianos, vasodilatadores y efectos analgésicos (Andújar, Recio, Giner y Ríos, 2012), la fibra dietaria tiene un papel importante en la prevención de ciertos tipos de enfermedades como: cáncer de colon, arterioesclerosis, enfermedades coronarias, constipación, hemorroides y diverticulosis, así como también ayuda a controlar la diabetes mellitus y la obesidad, siendo fuente principal de estos compuestos los cereales (Abarca, Martínez, Muñoz, Torres y Vargas, 2010) y

también la cáscara de cacao (Aguirre, 2015); según las estimaciones más recientes de la FAO al menos 10,9 por ciento de la población mundial, es decir 793 millones, van a dormir con hambre o sufren de subalimentación en términos de consumo de energía y que un 27 por ciento de los niños menores de cinco años sufren de retraso en el crecimiento (demasiado bajos para su edad) debido a la desnutrición crónica y al mismo tiempo 1,4 mil millones de personas tienen sobrepeso, de las cuales 500 millones son obesas (FAO, 2015); la cáscara de cacao que es rica en taninos, polifenoles, fibra y polisacáridos (Crescente, *et al.*, 1999), que contiene 3 - 4 % de sales de potasio sobre base seca (Zlatko, Domingo y Guerra, 2008) podría solucionar estos problema con una nueva alternativa de uso, transformándola en harina y partir de ellas elaborar un producto comercial como las galletas sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de cáscara de cacao y mejorar la nutrición de nuestro país.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Aguirre (2015) en el trabajo de investigación “Extracción de fibra soluble a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su utilización en la elaboración de queso fundido y yogurt” señala que evaluó el método óptimo para la extracción de fibra soluble a partir de cáscara de cacao y el efecto de adición de fibra soluble en el yogurt y queso fundido, ajustado bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. La cáscara de cacao reportó una composición química considerable en el contenido de humedad con un valor de 87,37 % carbohidratos 48,14 % y en paredes celulares: fibra cruda 37,26 %, FDN 64,89 %, FDA 60,97 % y Lignina 26,21 %. El tratamiento alcalino permitió obtener un porcentaje de rendimiento de 18,31 % frente al tratamiento ácido de 11,53 %. La solubilidad, retención de agua y capacidad de hinchamiento permitió comparar la fibra obtenida con la CMC, evidenciándose también fracciones de fibra insoluble. Fue factible elaborar yogurt y queso fundido adicionando fibra soluble hasta un porcentaje no mayor al 1 % para obtener un producto de mejor aceptación mediante pruebas sensoriales, instrumentales y bromatológicas, siendo significativamente diferente ($P < 0,05$) al tratamiento control. El beneficio costo en yogurt se obtuvo con el T1 (1,67 ctvs.), y en el caso del queso fundido fue el T3 (1,11 ctvs.), sin embargo, su aceptación fue menor. La adición de fibra soluble logró incrementar el contenido de sólidos.

Abarca, *et al* .(2010) en “Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: fuentes promisorias de fibra dietaria”, indican que buscaban conocer el contenido de Fibra Dietaria Total (FDT) y sus Fracciones Soluble (FDS) e Insoluble (FDI) en residuos

generados en la empresa TRANSMAR y en las organizaciones FAPECAFES y PROCOE; para potencializar su posible uso como ingrediente funcional. Los residuos estudiados fueron pergamino y pulpa de café, cáscara, cascarilla y mucilago de cacao; cáscara, pulpa y residuo de extracción de gel del cladodio. Son buenas fuentes de FDI el pergamino de café, cáscara de cacao y cáscara de cladodio; buenas fuentes de FDS el mucílago de cacao, la cascarilla de cacao y pulpa de cladodio, teniendo estos dos últimos un buen balance FDI/FDS lo que permite catalogarlos como excelentes fuentes para ser adicionado en alimentos. En cuanto a sus propiedades funcionales el residuo con mayor capacidad de hinchamiento (SW) fue la cáscara del cladodio, con mayor capacidad de retención de agua (WRC) la pulpa y cáscara de cladodio y con mayor capacidad de adsorción de grasa (FAC) la cáscara y cascarilla de cacao.

Crescente, *et al.*, (1999) en la investigación “Aprovechamiento de los desechos de cacao (*Theobroma cacao* L.)”, indican que las conchas de cacao pueden ser utilizadas en la industria como fuentes potenciales de alcaloides, saponinas, flavonoides, polifenoles y esteroides. Las conchas de cacao pueden ser utilizadas en la elaboración de piensos para la alimentación animal de corral y además servir como abono orgánico para numerosas especies cultivables. El contenido de proteínas, grasa cruda y otros elementos nutritivos necesarios están presentes en cantidades adecuadas para la alimentación de animales domésticos como peces, aves y porcinos en la que se puede incluir en su dieta hasta un 20 % de cáscara de cacao.

Rosales y Tang, (1996) en la investigación “Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali” realizado en el Centro Regional de

Investigación del IIAP, Filial Ucayali, determinaron la composición química y la digestibilidad de 22 insumos alimenticios. Para la determinación de la composición química se aplicó el método de Weende a fin de determinar: proteína bruta, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas y nifex. Para la prueba de digestibilidad se utilizó la técnica de digestibilidad *in vitro*. Los insumos regionales estudiados se pueden clasificar en: Insumos proteicos: a) de buena digestibilidad: harina de pescado "boquichico"; b) de regular digestibilidad: harina de follaje de yuca; y c) de baja digestibilidad: harina de sangre. Insumos energéticos: a) de buena digestibilidad: maíz amarillo, polvillo de arroz, nielen de arroz, harina de yuca, harina de cáscara de yuca, harina de yuca + cáscara, afrecho de yuca, harina de plátano, y harina de plátano + cáscara; b) de regular digestibilidad: harina de cáscara de plátano y harina de kudzu; c) de baja digestibilidad: orujo de cervecería. Insumos fibrosos: a) de buena digestibilidad: harina de hoja de amasisa; b) de regular digestibilidad: harina de hoja de plátano, harina de centrocema y harina de stylo; c) de baja digestibilidad: harina de coronta de maíz, harina de cáscara de cacao y harina de desmodio. Los insumos regionales constituyen una alternativa para rebajar costos de producción en la alimentación de especies monogástricas en nuestra Región. Son necesarios adicionales ensayos, con un mayor número de insumos a fin de aprovechar óptima y convenientemente los recursos regionales.

Larragán (1958) en su trabajo "La cáscara de cacao en el engorde de bovinos" señala que la cáscara de cacao seca y molida, fue usada como ingrediente básico de concentrados y ensayó dos niveles de concentración en el engorde de bovinos de menos de 600 libras promedio de peso inicial siendo estos niveles de 40 y 60 % de cáscara de cacao; concluyendo que en el consumo del concentrado no fue

significativa, al finalizar 113 días de ceba. Además, indica que la cáscara de cacao tiene bajo contenido de teobromina, no es tóxica en la alimentación del ganado vacuno, que el consumo fue de 7 kilos por día, pero a este nivel de consumo se notó un ligero y persistente efector diurético, pero las raciones con cáscara de cacao fueron sorprendentemente alto en comparación con las normas de alimentación y con experimentos hechos en Norteamérica en engorde de bovinos a base de maíz.

Pimentel (2015) en su investigación “Efecto de la sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces” evaluó el efecto de la sustitución de harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. Utilizó harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*); que fue obtenida con el siguiente flujo: Materia prima (recepción), selección, lavado, escaldado, escurrido y oreo, enjuague, secado, molienda, tamizado, envasado, sellado, almacenado. Asimismo, se empleó harina de trigo e ingredientes propios de galletas dulces. Se elaboraron galletas con 5 niveles de sustitución (0, 3, 6, 9 y 12 %) según el flujo de operaciones: ingredientes, pesado, mezclado I (cremado), mezclado II, mezclado III, laminado, cortado, horneado, enfriado, envasado, sellado y almacenado. El análisis de varianza determinó efecto significativo ($p < 0,05$) de la sustitución sobre el contenido de fibra cruda y firmeza instrumental. La prueba de Duncan indicó que la sustitución de harina de brácteas de alcachofa al 12 % permitió obtener el mayor contenido de fibra cruda (11,74 %); y la sustitución de harina de brácteas de alcachofa al 3 % permitió obtener una adecuada firmeza (6,93 N). Con referencia a la aceptabilidad general las pruebas de Friedman

y Wilcoxon determinaron la existencia de diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos, además, la sustitución de harina de brácteas de alcachofa al 3 % permitió obtener el mayor rango promedio (3,56) con moda estadística de 8 puntos correspondiente a una percepción de “me agrada mucho” en galletas dulces.

Cevallos, Weil y Chan (2010) en el trabajo “Utilización de productos deshidratados de remanentes de banano para la elaboración de galletas y panes altos en fibra” indica que el uso de productos deshidratados de raquis, bráctea y cáscara de banano en la elaboración de panes de avena y galletas dulces tiene como fin enriquecer a estos con la fibra dietética, para así obtener alimentos funcionales. Tras la obtención de los productos deshidratados, se formularon tres mezclas para ser utilizadas en la elaboración de los panes y las galletas. Se realizaron pruebas sensoriales a un panel para evaluar los productos. Los resultados obtenidos mostraron que no existió una diferencia significativa entre los diferentes productos de panadería. También los panes no fueron aceptados (< 70 % de aceptación), mientras que las galletas dulces si lo fueron (>70 % de aceptación). A la galleta dulce, se le analizó el contenido de fibra dietética el cual fue de 7,40 %, lo que superaba el límite inferior de un alimento enriquecido. Por lo tanto, el uso de remantes de banano podría ser una alternativa interesante como fuente de fibra, siempre que se garantice la ausencia de plaguicidas.

Gonzales (2007) en su investigación “Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja” señala que, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de bagazo de naranja, se dará un uso alternativo a este subproducto. La harina de bagazo de naranja se obtuvo mediante un proceso de deshidratación con aire forzado a una temperatura de 85 °C por 6 h, una vez deshidratada, se sometió a molienda, se

determinó su calidad microbiológica del producto comparándola con la norma oficial mexicana (NOM-147-SSA1-1996) para harina de trigo, la que presento una buena calidad microbiológica. La elaboración se realizó sustituyendo (0, 10, 20, 30 y 40 %) de harina de bagazo de naranja por harina de trigo, una vez obtenida se midió textura. El nivel de sustitución de 10 y 20 % no presentaron diferencia significativa a diferencia con las elaboradas con 30 y 40 % respecto al control. El resultado de la prueba sensorial indica que la mayoría de los consumidores preferían las galletas que contenían una sustitución entre el 10 y 20 % por su textura y sabor.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El crecimiento de la producción del cacao se ha convertido en algunas localidades de Perú en una importante fuente de ingresos de los productores, mejorando así el producto interno bruto (PIB) de la región. Este esfuerzo permite que estos se integren, directa o indirectamente, al mercado internacional. El 2014, el Perú produjo más de 30 mil toneladas de cacao; esta situación de rápido crecimiento trajo consigo una mejor sostenibilidad económica en los productores pero también un gran problema: el de la eliminación de los desechos, ya que el cacao se siembra por sus granos el cual tiene un importante valor comercial especialmente en el mercado de exportación; sin embargo, éste representa sólo el 10 % del peso del fruto fresco (Barazarte *et al.*, 2008 y Soto 2012), siendo el resto cáscara, un desecho sin ningún valor comercial, al cual no se le da un tratamiento, sino son depositados al medio ambiente para su deterioro en los parcelas de producción, traduciéndose en serios problemas ambientales, como la aparición de olores fétidos, deterioro del paisaje, problemas de disposición y foco de propagación de microorganismos no deseables para el agricultor.

Según las estimaciones más recientes de la FAO indica que 793 millones de personas van a dormir con hambre o sufren de subalimentación en términos de consumo de energía y que un 27 por ciento de los niños menores de cinco años sufren de desnutrición crónica además que 1,4 mil millones de personas tienen sobrepeso, de las cuales 500 millones son obesas (FAO, 2015), investigaciones para darle un valor a la cáscara del fruto de cacao como alimento para animales, indican que es rica en taninos, polifenoles, alcaloides, fibras y polisacáridos, el análisis químico muestra que contiene 8,69 % de proteínas, 1,4 % de grasa, 15,25 % de humedad, minerales como sodio, potasio, fósforo, magnesio, etc., y que es utilizado tanto para la alimentación de animales domésticos como para la preparación de abonos orgánicos (Crescente *et al.*, 1999), muy bien estos compuestos podrían ser incorporados a través de la dieta a los humanos porque según (Mínguez, Pérez y Hornero, 2014), los humanos no son capaces de sintetizar estos compuestos pero si metabolizarlos, por lo que con este residuo de la producción de cacao se puede desarrollar una tecnología para la obtención de harina de consumo humano y con ella elaborar galletas sustituyendo porcentualmente la harina de trigo y contribuir a mejorar la nutrición en nuestro país.

Problema general

¿Cuál es el efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*) en las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en galletas dulces?

Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y compuestos bioactivos de las harinas de cáscara del fruto de cacao?
- ¿Cuál será el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao en la elaboración de galletas dulce?
- ¿Qué características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos presentan las galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao?

1.3. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*) en las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en galletas dulces.

Objetivos específicos

- Establecer las características fisicoquímicas y componentes bioactivos de las harinas de cáscara del fruto de cacao.
- Determinar el nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao en la elaboración de galletas dulces.

- Determinar las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en las galletas dulces elaboradas con harina de cáscara de cacao.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Justificación teórica

Los cerca de 300 compuestos volátiles incluyendo ésteres, hidrocarbólas, monocarbonilos, piroles, y otros más del cacao, y cerca del 18 % de proteínas (8 % digestibles); grasas, aminos y alcaloides incluyendo theobromina (0,5 a 2,7 %), cafeína (0,25 a 1,43 %), tiramina, dopamina, salsolinol, trigonelina, ácido nicotínico y aminoácidos libres; taninos, fosfolípidos, etc. (Zlatko *et al.*, 2008), compuestos de los granos de cacao que estarían incluidos en la cáscara del fruto encontrando una alternativa a la lucha contra la desnutrición.

Justificación práctica

La difusión de una técnica práctica para elaborar harina como una forma de aprovechar la cáscara del fruto de cacao, además la harina obtenida serviría de un insumo para las industrias pasteleras, panaderas, etc.

Justificación metodológica

El desarrollo de una tecnología de sustitución parcial de harina de trigo por la harina obtenida a partir de la cáscara del fruto del cacao posibilita que se elaboren nuevos productos alimentarios seguros y saludables.

Justificación económica, social y ambiental

El aumento paulatino de ingresos económicos por utilizar un material de desecho por parte de los cacaoteros, y que socialmente proporciona al mercado un producto con un contenido nutricional adicional al tradicional y ambientalmente se soluciona el problema ambiental evitando olores fétidos, propagación de microorganismos y deterioro del paisaje producido por pudrición de la cáscara.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1. Alcances

A través de la investigación se desarrolla un método para transformar la cáscara del fruto de cacao, que en la actualidad es considerado un desecho ya que son abandonados en los cacahuales, utilizándose como abono o como alimento para animales, por ello se busca una propuesta para convertirla en harina, con la posibilidad de utilizarla como alimento para humanos en la industria de galletería.

Lograr el aprovechamiento de los compuestos bioactivos como fibra, polifenoles, antioxidantes y minerales presentes en la harina obtenida a partir de la cáscara del fruto de cacao, mediante el consumo de galletas dulces elaboradas sustituyendo parcialmente la harina de trigo por la harina de cáscara de cacao.

1.5.2. Limitaciones

El periodo de recolección de las mazorcas del cacao Criollo y del CCN 51 como muestras para la investigación se desarrolla durante los meses de enero a marzo en la Región de Junín, Distrito de Pichanaki y Provincia de Satipo, del año 2017.

1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Una variable es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse, de manera que entendemos a la variable como cualesquiera característica, propiedad o cualidad que presenta un fenómeno que varía; en efecto puede ser medido o evaluado (Hernández, Fernández y Batptista, 2001). Según a su dominio se dividen en:

1.6.1. Variables independientes

Tiene el dominio causal, es la variable que se presume que es la que causa o afecta a la otra en los resultados. El experimentador modifica a voluntad para averiguar si sus modificaciones provocan o no cambios en las otras variables. Es la que ejerce influencia o causan efecto en otras variables llamadas dependientes, y son las que permiten explicar a éstas. Además, son aquellas que dentro de la relación causal que propone una hipótesis, se determinan como causas. Estas variables en un experimento son manipuladas por el experimentador: la finalidad de este control directo es ver si genera cambios en la otra variable relacionada (Morales, 2012).

A. Cáscara del fruto de cacao

Conceptual: Las cáscaras son producto de desecho de la industria del cacao, un residuo, y representa un grave problema para las industrias el deshacerse de él. Este residuo agroindustrial se convierte en una fuente de contaminación ambiental que algunas veces pueden ser utilizadas como alimento para el ganado. El contenido de teobromina restringe la proporción en la cual puede ser consumido, por lo que su uso ha sido limitado. Pero, los reportes indican que este alimento puede constituir el 20 % de una ración para aves de corral, de

30-50 % para cerdos, y 50 % para ovejas, cabras y ganado lechero (Bartley, 2005).

Operacional: cáscaras del cacao el criollo y el CCN 51, cada uno con sus características propias.

B. Niveles de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao

Conceptual: El término “harinas compuestas” fue creado en 1964 por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), cuando se reconoció la necesidad de buscar una solución para los países que no producen trigo. La definición de harinas compuestas, de acuerdo con el concepto expresado en un principio por la FAO, hace referencias a mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas y galletas. Pero también pueden prepararse a base de otros cereales que no sea el trigo y de otras fuentes de origen vegetal. Entre los objetivos de las harinas compuestas están: la sustitución parcial para mejorar la calidad nutricional de los alimentos y para disminuir el uso del trigo (Criollo y Fajardo, 2010).

Operacional: el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao en 10, 15 y 20 % para elaborar galletas dulces.

1.6.2. Variable dependiente

Actúa como efecto de una causa que ejerce coerción, éstas designan las variables a explicar, los efectos o resultados respecto a los cuales hay que buscar un motivo o razón de ser, es aquella que es afectada por la presencia o acción de la variable independiente en los resultados. Son las que se observa o mide, el propósito de esta observación es determinar si la variable independiente ha generado o no los cambios

anunciados en las hipótesis, la variable dependiente es la que toma valores diferentes en función de las modificaciones que sufre la variable independiente.

A. Características fisicoquímicas

Conceptual: Científicos, ingenieros y tecnólogos en alimentos asumen la composición química y las características físicas de los alimentos como un análisis rutinario para el estudio de la calidad de estos. Hoy en día los consumidores, la industria de los alimentos y el gobierno realizan una evaluación continua de los productos en cuanto a calidad e inocuidad, se incrementa la importancia del análisis composicional y de las características críticas de los mismos. La elección del tipo y metodología de análisis a utilizar se basa en el objetivo del análisis; de algunas características como exactitud, precisión, rapidez, costo; de disponibilidad de equipos; del personal capacitado y de la matriz del alimento que está siendo estudiando (Soto, 2012).

Operacional: Análisis fisicoquímico, químico proximal y minerales de la harina obtenida y del producto elaborado.

B. Compuestos bioactivos

Conceptual: Componentes de los alimentos que influyen en la actividad celular y en los mecanismos fisiológicos y con efectos beneficiosos para la salud (Chávez y Ordoñez, 2013).

Operacional: Polifenoles, antioxidantes, carotenoides, antocianinas y fibra dietaria.

C. Características sensoriales

Conceptual: El análisis sensorial de los alimentos es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, porque cuando un alimento se quiere comercializar, debe cumplir requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad para que sea aceptado por el consumidor, más aún cuando debe ser protegido por un nombre comercial los requisitos son mayores, ya que debe poseer las características que justifican su reputación como producto comercial (Anzaldúa, 1994).

Operacional: Evaluación de los atributos de color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad general de las galletas.

II. MARCO TEORICO

2.1. TEORÍAS GENERALES

2.1.1. Cosecha y cáscara de cacao

Del cacao como producto alimenticio se aprovecha económicamente la semilla que debe cumplir con los requerimientos exigidos por las autoridades nacionales competentes, cumpliendo los límites de tolerancia permitidos en cuanto a: residuos de agroquímicos, contenido de toxinas, contenido de metales pesados, debe estar libre de insectos vivos y/o muertos y en condiciones sanitarias y fitosanitarias adecuadas (Norma base: procedimiento FDA – US Food and Drugs Administration). La cosecha debe realizarse en el preciso momento en que ha desarrollado todo su potencial y se reconoce por el cambio de pigmentación de la cáscara. Luego de la clasificación de los frutos se realiza el quiebre o partido que muchas veces se realiza en el campo y otras en el lugar de la fermentación y secado, para esta operación se puede usar un machete corto o un mazo de madera evitando dañar los granos, lo cual depende de la habilidad del operario (Guerrero, 2007). El fruto del cacao es una baya grande llamada “mazorca”, es carnosa, ovalada, de color amarilla o purpúrea, puntiaguda y con camellones longitudinales (MINAG, 2012). La cáscara está formada por tres partes: el exocarpio o la sección exterior, la capa de en medio o mesocarpio y la capa interior o endocarpio. El mesocarpio es una capa de células semi-leñosas bastante duras, característica que es variable y depende del genotipo, usualmente los tipos criollos son muy suaves y los forasteros son muy duros, existiendo muy poca variabilidad entre las mazorcas de un mismo árbol (Johnson, Bonilla y Agüero, 2008).



(1)



(2)

Figura 1. Extracción de granos del fruto de cacao⁽¹⁾ Cáscara del fruto de cacao⁽²⁾.

Fuente: Perú21 (2012).

2.1.2. Residuos agroindustriales

La actividad agroindustrial en los países trae consigo ventajas indiscutibles como el acrecentamiento económico y de la calidad de vida de las poblaciones, pero a la vez genera cantidades considerables de residuos orgánicos debido a que durante su procesamiento de las materias primas se forman subproductos, residuos y productos fuera de norma, cada uno de los cuales puede ser utilizado para consumo humano o animal y/o aplicarlos industrialmente (Yepes, Montoya y Orozco, 2008).

Los desechos agroindustriales son de naturaleza orgánica y solo una fracción puede sufrir transformación por procesos fotosintéticos del medio ambiente, en su mayoría esta materia orgánica se transforma en residuos no comestibles que se constituyen en una fuente de contaminación de los recursos naturales; suelo, agua y aire (Cury, Aguas, Martínez, Olivero y Chams, 2017).

En la explotación cacaotera en la que sólo se aprovecha económicamente la semilla se generan grandes volúmenes de pulpas y cáscaras que ha derivado en serios

problemas ambientales debido a que se disponen en los terrenos aledaños a los cacaoteros, la cáscara se considera un foco para la propagación de *Phytophthora spp*, que es la causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera y la pulpa principalmente constituida por agua tiene azúcares que permiten la proliferación de bacterias y otros organismos indeseables (Franco, *et al.*, 2010).

2.1.3. Compuestos bioactivos

Los alimentos además de aportar nutrientes, contienen una serie de sustancias no nutritivas que intervienen en el metabolismo secundario de los vegetales: sustancias colorantes (pigmentos), aromáticas, reguladores del crecimiento, protectores naturales frente a parásitos y otros, que no tienen una función nutricional clásicamente definida, o no son considerados esenciales para la salud humana, pero que pueden tener un impacto significativo en el curso de alguna enfermedad, son los fitoquímicos o sustancias bioactivas (Palencia, 2001); los compuestos bioactivos son constituyentes extranutricionales que se producen en pequeñas cantidades en los alimentos principalmente de origen vegetal, son estudiados intensamente con el fin de evaluar sus efectos en la salud. Este interés científico se inició debido a que los resultados de estudios epidemiológicos han mostrado efectos protectores en diversas patologías (Suárez, 2014).

Los alimentos que ingerimos actúan fisiológicamente en el organismo, en el crecimiento y desarrollo en la primera infancia, regulación de los procesos metabólicos básicos, defensa contra el estrés oxidativo, fisiología vascular, fisiología gastrointestinal, rendimiento cognitivo y mental, incluido el estado de ánimo y la mejora del estado físico (Herrera, Betancur y Segura, 2014); y son los compuestos

bioactivos los que presentan propiedades farmacológicas que intervienen desplegando un efecto protector al sistema cardiocirculatorio, reduce de la presión sanguínea, regula la glucemia y la colesterolemia, reduce el riesgo de cáncer y mejora la respuesta defensivo inmunitaria de nuestro cuerpo.

A. Fibra dietética

Se conoce como fibra dietética (FD) a los componentes endógenos de las plantas principalmente de las paredes celulares, son polisacáridos no amiláceos, incluye gomas y mucilagos y otros polisacáridos vegetales diferentes del almidón, tales como la pectina, y la lignina y son resistentes a la digestión por los enzimas digestivos humanos. Se clasifica de una forma simplificada en soluble en agua (viscosa), que es fermentada en el colon por las bacterias (incluye pectinas, gomas, mucílagos, β -glucanos y algunas hemicelulosas) e insoluble en agua (no viscosa) que sólo es fermentada en una parte limitada del colón (incluye celulosa, ligninas y algunas hemicelulosas). Del total de fibra ingerida en la dieta, aproximadamente el 20 % es soluble y el 80 % insoluble. Ambas son importantes para la salud, pero es la soluble la que más se ha asociado a la disminución de los factores de riesgo cardiovascular, y a un menor riesgo de enfermedad aterosclerótica (Escudero y Gonzales, 2006). Aunque las necesidades de FD están relacionadas con la edad, el sexo y el aporte energético tanto en niños como en adultos, la dosis de FD recomendada sería de 28 g/día para la mujer y de 36 g/día para el varón. Estas dosis están basadas en los niveles de ingesta en los que se ha observado protección contra la enfermedad cardiovascular en estudios clínicos y epidemiológicos (Fernández, 2010). Su importancia radica primeramente en las propiedades

fisiológicas sobre el organismo, ayudando a prevenir la presencia de las enfermedades silenciosas como la diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares, etc., y luego en los efectos sobre las propiedades funcionales tecnológicas en los productos alimentarios, mejorando las características organolépticas; dependiendo de la granulometría de las fibras, será el tipo de alimento o proceso en el cual se incorporará. El tamaño ideal de las partículas de fibra para consumo humano se sitúa en un rango de 50 a 500 μm ; tamaños mayores alcanzarían a afectar la apariencia del producto y ofrecer una sensación fibrosa haciendo difícil la masticación y deglución, tamaños menores pueden mostrar problemas en la hidratación al favorecerse la formación de grumos, ocasionar apelmazamiento y por lo tanto compresión del producto (Matos y Chambilla, 2010).

B. Compuestos fenólicos

En miles de plantas se sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo, y que reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides; químicamente como componente común a sus estructuras son las moléculas que presentan un anillo benceno hidroxilado, con uno o más grupos hidrófilos incluyendo derivados funcionales (ésteres, metil ésteres, glicósidos, etc.); los compuestos fenólicos constituyen un amplio grupo de sustancias químicas consideradas metabolitos secundarios de las plantas con diferentes estructuras químicas, abarcando más de 8000 compuestos diferentes (García, 2014).

Los compuestos fenólicos en las plantas, se presentan conjugados con uno o más residuos de azúcar unidos a los grupos hidroxilo, aunque en ocasiones las uniones son directas entre el azúcar y un carbono del anillo aromático; la forma más común de encontrarlos en la naturaleza es en forma de glicósido (heterósidos fenólicos: poseen efectos y aroma característicos, por lo que también se les agrupa dentro de las sustancias aromáticas), lo que lo hacen solubles en agua y en solventes orgánicos; los azúcares asociados pueden ser monosacáridos, disacáridos e incluso oligosacáridos, siendo los más frecuentes la glucosa, galactosa, arabinosa, rhamosa, xilosa, los ácidos glucurónico y galacturónico además pueden unirse a ácidos carboxílicos, ácidos orgánicos, aminas, lípidos y a otros compuestos fenólicos (Bravo, 1998), se consideran importantes antioxidantes en la dieta, han mostrado una amplia variedad de actividades biológicas: antimicrobiana, antiparasitaria, antibiótico, antiinflamatoria, antiviral, inmunomoduladora, antiproliferativa, antimutagénica, anticarcinogénica, acciones vasodilatadoras, y prevención de enfermedades coronarias y desordenes neurodegenerativos (Gonzales, 2013).

Atendiendo a su estructura básica, los compuestos fenólicos se pueden dividir en dos categorías: flavonoides y no flavonoides.

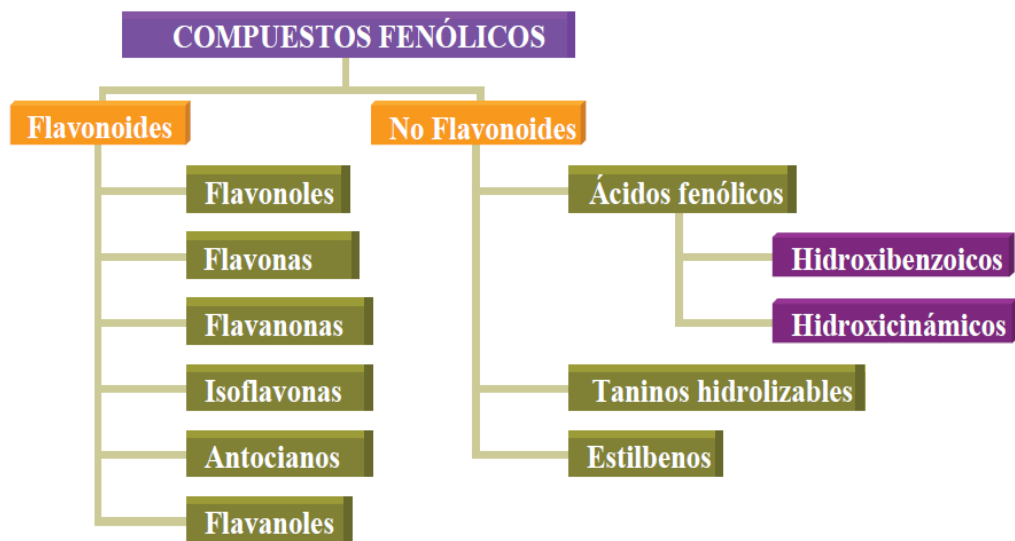


Figura 2. Clasificación de los compuestos fenólicos.

Fuente: Gonzales (2013).

C. Actividad antioxidante

Los humanos debido a su actividad, edad, sexo, generan continuamente radicales libres que dañan biomoléculas como carbohidratos, proteínas, lípidos, ADN y afecta la membrana plasmática y organelas como la mitocondria y el núcleo celular; para su protección son necesarios los antioxidante que son sustancia que, estando en una concentración más baja comparada con la de un sustrato oxidable, inhibe o retrasa de un modo significativo la oxidación de ese sustrato (Halliwell y Gutteridge, 1999 citado por García, 2014), por lo que los antioxidantes juegan un papel significativo previniendo o aliviando afecciones crónicas, incluyendo cáncer, alteraciones cardiovasculares, cataratas, arteriosclerosis, diabetes, asma, hepatitis, artritis e inmunodeficiencia (Siddhuraju *et al.*, 2007 citado por Tovar, 2013).

Son sustancias que se muestran en determinados alimentos protegiendo al organismo de la acción de los radicales libres causantes de los procesos de envejecimiento y de algunas otras enfermedades, retrasan el proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres. El cuerpo humano está expuesto diariamente a los radicales libres a los que los tiene que neutralizar, recurriendo a alimentos con propiedades antioxidantes para lograrlo. La protección la recibe de productos vegetales que se le han atribuido varios antioxidantes; la mayor parte de la capacidad antioxidante de frutas y vegetales se la proporciona su contenido en vitamina E, vitamina C, carotenos, y polifenoles (Gutiérrez, Ledesma, García y Grejales, 2012); estos reducen el daño oxidativo a los componentes celulares causados por las especies reactivas de oxígeno (ERO). El uso de los antioxidantes sintéticos en productos alimenticios está bajo estricta regulación, debido al dilema sobre su seguridad, por esta razón hay un interés creciente en los antioxidantes naturales para atenuar el daño oxidativo puesto que estos antioxidantes derivados de plantas funcionan como captadores de oxígeno singlete y triplete, eliminadores de peróxidos e inhibidores de enzimas (Choi, 2002 citado por Tovar, 2013).

D. Carotenos

Debido a su estructura molecular los carotenos, pigmentos liposolubles, son capaces de producir colores como el rojo, amarillo, naranja o púrpura en frutas y vegetales, exhibe protección contra la luz y en los animales pigmentan la yema de los huevos, la piel de animales como el salmón, pollo y camarón; químicamente se dividen en carotenos (ej. Licopeno y β caroteno), las cuales

contienen grupos de carbono e hidrogeno y xantofilas (ej. luteína, zeaxantina, y β -criptoxantina) considerados derivados oxigenados (Gonzales, 2013). Su rol biológico no está limitado solamente a la producción de retinoides o a la protección del aparato fotosintético de plantas contra el daño de la luz; además: previene el daño por fotosensibilidad en bacterias, animales y humanos; específicamente en humanos reduce el daño genético y las mutaciones malignas; inhabilita la inducción tumoral inducida por los rayos UV y agentes químicos y reduce las lesiones premalignas. Tiene gran capacidad para estabilizar el oxígeno singlete y convertirlo nuevamente a su forma menos reactiva (triplete) a expensas de una activación intramolecular (Alzate, Jiménez y Londoño, 2011).

E. Antocianinas

Dentro del consumo de productos alimenticios están los vegetales que tienen capacidad antioxidante y conformando este grupo están las antocianinas que son los pigmentos hidrosolubles naturales que imparten los colores rojo, morado y azul cuyo potencial son sus posibles efectos terapéuticos y benéficos para la salud, como la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo (Garzón, 2008). Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante.

2.1.4. Otros compuestos: Minerales

Los minerales son micronutrientes inorgánicos que el organismo humano necesita en cantidades o dosis muy pequeñas; sumando todo lo que se necesitan alcanzan unos pocos gramos pero son tan trascendentes como las vitaminas, además sin ellos no se podrían realizar las amplias funciones metabólicas que ejecutamos a diario como la síntesis de hormonas o elaboración de los tejidos. Componen sólo el cinco por ciento de la masa corporal y de los 28 existentes sólo una docena es considerada esencial, según su cantidad o dosis necesaria se dividen en dos grupos:

- Los macroelementos: cuyas necesidades superan los 100 mg diarios: calcio, magnesio, potasio, sodio, cloro, azufre y fósforo. Las funciones de estos minerales están ligadas a la constitución del hueso, regulación de los líquidos del cuerpo y secreciones digestivas.
- Los microelementos o elementos traza: cuyas necesidades son menores a los 100 mg diarios, los más destacados son el hierro, en zinc, el selenio, el cobre, el yodo el manganeso y el cromo. Sus funciones están relacionadas con las reacciones bioquímicas, nos protegen contra enfermedades, ayudan a reducir la fatiga y lograr un mejor estado físico y mental.

La deficiencia de minerales puede ser el principio de un sinnúmero de enfermedades; por ejemplo, la falta de calcio durante la etapa de crecimiento puede derivar en una osteoporosis en edad adulta, así como la de zinc a problemas en el sistema inmunitario y la falta de magnesio y selenio pueden conducirnos a enfermedades cardíacas (Suriguez, 2015).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Características del fruto de cacao

Si la flor del cacao es fertilizada y las condiciones son perfectas, las flores comenzarán a crecer en las vainas de cacao, pero incluso en esta etapa, el desarrollo de la vaina no está asegurado. Muchas de las vainas comienzan a desarrollarse y otras solo crecerán unos cuantos centímetros de largo y luego la vaina se marchita. Esta vaina marchita de cacao, de incipiente crecimiento se llama chileo porque se parece a un chile pequeño, y en un cacaotal muchas vainas de cacao no llegan más allá de la etapa de chileo. Un buen manejo agrícola nos garantiza una vaina de cacao en plena madurez. Progresivamente la vaina de cacao crece y se desarrolla, comenzando a tomar una amplia variedad de posibles formas y colores. Las vainas o mazorcas de cacao tienen la forma parecida a una pelota de fútbol americano, pueden ser lisas, arrugadas o verrugosas, ser largas, delgadas y puntiagudas, o pueden ser bulbosas, como un melón o una papaya. Los colores varían de acuerdo a la variedad. Colores como el rojo, morado, amarillo y verde son comunes (De la Cruz, Vargas y Del Ángel, s.f.).

El fruto del cacao es como en otras especies el resultado de la maduración del ovario una vez fecundado, este fruto está sostenido por un pedúnculo leñoso que es el resultado de la maduración de los pedicelos de la flor, la baya tiene una cáscara suave, tipo madera aproximadamente de un cuarto de pulgada de espesor, consistente, rugoso al exterior, con surcos longitudinales; las semillas son ovoides, blancas y pardas cuando están secas; la almendra es de unos dos centímetros de sabor muy amargo. Cada mazorca contiene de veintiséis a treinta granos (García, 2011). Las mazorcas son cosechadas cada diez o quince días, excepto en los períodos de

mayor producción del año (abril, mayo, noviembre, y diciembre), cuando se realiza prácticamente a diario. Las mazorcas deben cosecharse maduras ya que frutos inmaduros (pintones), reducen el rendimiento y la calidad, y en los sobremaduros las almendras pierden calidad aromática y sabor; además de que existe el riesgo de que la semilla germine adentro. La identificación del momento de cosecha es debido al cambio de color de la mazorca: los verdes cambian a amarillo y los rojos se tornan anaranjados, el sonido dentro del fruto es hueco, es más fácil romper la cáscara, que puede hacerse con el uso de un machete o golpeándola fuertemente con un palo pesado o una piedra. Los granos están rodeados de material blanco mucilaginoso y sujetas a una ramificación que muchos llaman placenta. El mucílago es dulce, pero también amargo, con toques florales de limón. En un día caluroso en el campo, durante la cosecha y quiebra de las mazorcas, los trabajadores a menudo succionan las vainas para refrescarse (Dostert, Roque, Cano, La Torre y Weiend, 2012).

2.2.2. Taxonomía del fruto de cacao

García (2011), indica que la clasificación taxonómica del cacao es la siguiente.

Reino	: Vegetal
Sub reino	: Tracheobionta
Tipo	: Espermatofita
Sub tipo	: Angiosperma
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida (Dicotiledónea)
Subclase	: Dilleniidae
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae

Sub familia	: Byttnerioideae
Género	: Theobroma
Especie	: cacao L.

2.2.3. Principales usos del fruto del cacao

A partir de las semillas del cacao se obtiene: cacao en grano; cuatro productos intermedios (licor de cacao, manteca de cacao, pasta de cacao y cacao en polvo) y el chocolate. Principalmente se emplean en la fabricación de chocolates; en la tabla 1 se puede observar los productos intermedios y su utilización en diversas áreas (Larrea, 2008).

Tabla 1

Usos principales del fruto del cacao

Producto	Usos del cacao y sus derivados
Manteca de cacao	Elaboración de chocolate y confitería, y también puede ser usado en la industria cosmética (cremas humectantes y jabones), y la industria
Pulpa de cacao	Producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas.
Cáscara	Puede ser utilizado como comida para animales
Cenizas de cáscara de cacao	Puede ser usado para elaborar jabón y como fertilizante de cacao, vegetales y otros cultivos.
Jugo de cacao	Elaboración de jaleas y mermeladas.
Polvo de Cacao	Puede ser usado como ingrediente en casi cualquier alimento: bebidas chocolatadas, postres de chocolate como helados y mousse, salsas,
Pasta o licor de Cacao	Se utiliza para elaborar chocolate

Fuente: Larrea (2008).

2.2.4. Tipos de cacao

Desde el punto de vista botánico el cacao (*Theobroma cacao L.*) tradicionalmente se clasifica como:

Cacao Criollo

Los Criollos (palabra que significa nativo, pero de ascendencia extranjera), se originaron en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce y tiene su propio sabor característico. Son plantas de poco vigor, lento crecimiento, susceptibles a enfermedades y bajo rendimiento, pero produce un chocolate de menor amargor y de mejor calidad. Pérez, (2009) señala que se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela, son más susceptibles a enfermedades.

Cuando maduran producen mazorcas de color rojo o amarillo, con una superficie rugosa, conspicuamente punteada y generalmente con diez surcos profundos y de paredes delgadas y fáciles de cortar, la fama radica en que proporcionan lo que comercialmente se designa por cacao fino, un cacao aromático y con tan solo un ligero amargor, utilizado en chocolatería para la fabricación de productos de lujo (Navarro y Mendoza, 2006). Poseen un amargor suave, sabores ácidos y afrutados. Son poco astringentes, poseen una sutileza y delicadeza aromática, pueden detectarse sabores a frutas ácidas (cítricos, frutas del bosque, etc.) y a pasas de Corinto. Este cacao es muy demandado para chocolatería fina y elaboraciones más selectas, pero al ser delicados y propensos a plagas, está disminuyendo su área de cultivo (García, 2011).



Figura 3. Mazorca del cacao criollo.

Fuente: Navarro y Mendoza (2006).

Cacao Forastero

Su centro de origen es la alta Amazonía en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá, se caracteriza por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao Criollo, pero es menos aromático y usado para mezclar y dar cuerpo al chocolate, sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color morado y sabor amargo; dentro de esta raza se destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta (Pérez, 2009).

Cacao Trinitario

Es más resistente y productivo que el cacao “Criollo” pero de inferior calidad. Es un híbrido entre el cacao “Forastero” y el “Criollo”. Es producido en Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago, Colombia, Venezuela y América Central (Pérez, 2009). En la actualidad proporcionan del 10 al 15 % de la producción mundial de cacao y se cultivan básicamente en todos los países donde primitivamente se cultivaba el tipo Criollo; sus semillas son más grandes que el criollo y forastero; las mazorcas pueden ser de diferentes formas y colores, las plantas son más vigorosas y resistentes a las enfermedades. Últimamente la mayoría de los

cacaotales que existen en el mundo son trinitarios. Este grupo aparentemente se originó cuando un genotipo criollo se cruzó naturalmente con un genotipo amelonado del Brasil (García, 1991 citado por Gamboa, 2015).

2.2.5. Clon de cacao: CCN 51

En los últimos años se vieron explorando una nueva variedad de cacao con mayor productividad que las variedades tradicionales existentes en el Ecuador, es llamado Colección Castro Naranjal 51 (CCN 51). Este clon demanda de labores culturales estrictas para conservar su bien conocida productividad; da como resultado un cultivo más sostenible que los que se practican en los países productores de cacao como las variedades tradicionales. Un clon tolerante a las enfermedades, creado a partir de cepas Iquitos (ecuatoriano-peruana, 45,4 %), Criollo (Amazonia, 22,2 %) y Amelonado (Ghana y Centroamérica, 21,5 %) (El Comercio, 2014).

Según Bravo, (2010), el cacao CCN 51 es un clon comercial ampliamente difundido, y presenta las siguientes características:

Origen	Ecuatoriano
Arquitectura:	Erecta
Vigor	Vigorosa
Compatibilidad:	Autocompatible
Forma de mazorca:	Elíptica
Color de mazorca:	Rojo
Color de semilla:	Púrpura
Forma de semilla:	Cilíndrica
Nº almendras /mazorca:	48
Nº mazorcas/kilo de cacao seco:	24
Peso de almendra:	1,4 gramos
	<input type="checkbox"/> Monilia: tolerante
	<input type="checkbox"/> Escoba de bruja: tolerante
Reacción a enfermedades:	<input type="checkbox"/> Phytophthora: susceptible
	<input type="checkbox"/> Ceratosystis: tolerante
	<input type="checkbox"/> Rosellinia: susceptible

En la figura 4 se muestra un fruto del cacao CCN 51.



Figura 4. Mazorcas de cacao CCN 51.

Fuente: Anecacao (2015).

Fue el "patito feo" de su especie. En un mundo de exquisitos aromas y sabores, el CCN 51, el cacao clonado ecuatoriano, al inicio fue rechazado por su acidez, ahora conquista a los chocolateros del mundo y emerge como estrella en los mercados del grano. La industria internacional marginó a esa variedad por su acidez y astringencia, unas características que reñían con la fama mundial del cacao fino y de aroma conocido como "nacional" o "de arriba". El CCN 51 "permite una producción de 2 000 a 3 000 kg de almendras por hectárea al año, lo que contrasta con la del 'nacional', que fluctúa de 300 a 500 kg", por lo que ofrece mayores posibilidades de trabajo e ingreso a los cultivadores (El comercio, 2014).

Historia del clon CNN 51

En 1952 el agrónomo Homero Castro Zurita, recién llegado al país desde Centroamérica, en la hacienda Pechichal, de la familia Encalada Mora empezó a trabajar como técnico cacaotero, que en el siglo XIX y principios del XX había sido de los herederos de la señora Hortensia Mata de Ordoñez, en la zona

de Naranjal, al sur de la provincia del Guayas, pero por más esfuerzos que aplicaba a los cultivos, estos no producían lo suficiente, entonces, ante el desastre de las plantaciones cuya producción era cada vez menor al igual que los precios, en lugar de darse por derrotado o dedicarse a otros cultivos más rentables como el arroz, el banano, etc., se lanzó a investigar cómo alcanzar una variedad de cacao perfecta, de alta producción, calidad y resistencia a las enfermedades (las tres condiciones que se requerían para reavivar los cultivos en el país). En su finca cerca de Naranjal empezó a seleccionar varios híbridos con las características deseadas; solo y sin ayuda de los organismos estatales, le fue difícil trasladarse al oriente, región en la que existían raras cepas de cacao primitivo, resistente a las enfermedades (escoba de bruja y monilla), mezclándolas con otras tomadas de la isla Trinidad, en el Caribe, logró sembrar diversos clones de cacao hibridizados, entre trinitarios, amazónicos y canelos, hasta que en 1965 obtuvo en el árbol N° 51 el clon casi perfecto, que denominó Colección Castro Naranjal 51. Hoy el clon CCN 51, está considerado como la variedad de mayor productividad en el mundo, pues arroja cincuenta quintales por hectáreas, tolera a la escoba de la bruja, inicia su producción a los dos años de ser sembrado; el árbol es pequeño y recto, lo que facilita la poda y cosecha, así como las demás operaciones de manejo; las mazorcas y semillas son grandes, el índice de manteca alcanza el 54 % lo que es perfecto para las industrias de elaborados; tiene altos índices de flavonoides y antioxidantes, y un excelente sabor a cacao frutado a nueces y pasas (Pérez, 2016).

Características del Clon CCN 51

El uso de variedades mejoradas de cacao, en combinación con prácticas agrícolas apropiadas, permite incrementar la producción y combatir las enfermedades en forma eficaz, duradera, económica y amigable con el ambiente. Al tener materiales genéticos mejoradas no implica que no le dará las enfermedades como la Monilia, solo que el ataque será menos severo. Las variedades mejoradas podrían incrementar el nivel de ingresos de estos productores porque producen más mazorcas por árbol y contribuir a su vez, con un suministro estable de cacao para la industria; situación que favorecerá a familias productoras, fabricantes de chocolates porque producen más granos por mazorca (Hidalgo, 2015).

Tabla 2

Componentes del rendimiento, comportamiento a monilia y promedio de frutos por árbol de cacao clonados

Material *	Rendimiento (kg/ha/año)	% de reacción a Monilia	Promedio frutos/árbol
ICS 39	1,598	14	24
CCN 51	1,532	8	26
ICS 1	1,117	14	24
EET 8	1,235	18	22
TSH 565	1,212	16	27
ICS 60	1,076	13	22
IMC 67	975	9	21
ICS 95	902	7	22

(*) Promedio de ocho años para 13 jardines clonales.

IMC (Iquitos Mezclado con calabacilla), ICS (selección de la escuela Imperial), TSH (híbrido seleccionado en trinidad), UF (compañía frutos unidos), VRAE (Valle del Río Apurímac y Ene), EET (Estación experimental tropical).

Fuente: Aránzazu (2015).

Es un conjunto de individuos forjados a partir de una parte de la planta (como yema, partes del tallo o raíz), que son genéticamente idénticos entre sí y conservan las características de la planta original o planta madre. Estas partes de la planta se colocan en un medio favorable para que pueda vivir, enraizar o producir ramas y más tarde frutos, llevando consigo todas las características genéticas deseables de la planta madre a la nueva planta. Todos los clones deben ser manipulados desde la selección de semillas para patrón, realizar un buen manejo de los viveros, buena poda de formación -dándole un diseño adecuado, con la distribución de las ramas principales equidistantes-; poniendo mucha atención al manejo de poda, con la finalidad de racionalizar la luz,

además de remover tejidos y frutos enfermos. De esta manera se reduce la proliferación de las enfermedades y aumenta el número de frutos sanos por planta. Los clones de cacao CCN 51 son tolerantes a las siguientes enfermedades: Moniliasis, Escoba de bruja y Pudrición Parda; tienen un período productivo de aproximadamente 35 años. Las varas yemeras como material genético para la propagación de los clones se están obteniendo de parcelas identificadas y aisladas de agricultores organizados muchas veces capacitados con ayuda gubernamental, estos clones están siendo manejadas apropiadamente y técnicamente con el fin de obtener el material genético para el injerto (Portocarrero, 2014).

2.2.6. Producción nacional del cacao

La producción de cacao presentó un crecimiento de la producción nacional entre los años 2009 y 2015, de un promedio anual de un 15,5 % con una producción de cacao en grano 87,3 mil toneladas para el 2015, las regiones productoras de cacao en grano son San Martín con el 43 %; Junín con el 18 %, Cusco con 9 %, Ucayali con 8 % y Huánuco con 6 %. Estas cinco regiones representan el 84 % de toda la producción nacional (MINAGRI, 2016).

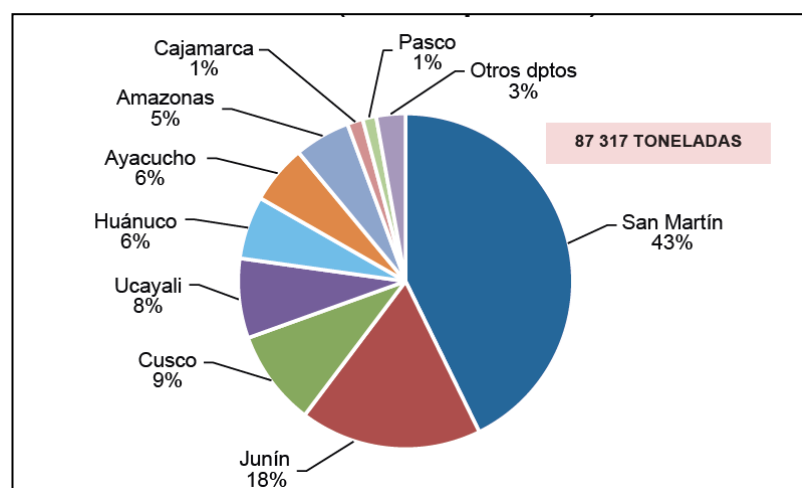


Figura 5. Principales regiones productoras de cacao en el 2015 en el Perú (toneladas producidas).

Fuente: MINAGRI, (2016).

2.2.7. Harinas

Definición de harinas

Es un producto obtenido a partir de la molturación y clasificación por granulometría de gramos de trigo duros importados 100% puros, debidamente limpios, acondicionados y procesados bajo las más estrictas normas de calidad (CODEX, 1985).

Composición química de harinas

- a. Humedad: no excederá del 15 % en el momento de envasado.
- b. La legislación española distingue los siguientes tipos de harinas panificables en función del contenido en cenizas: Tipo T-45, inferior a 0,50 %, Tipo T-55, entre 0,50-0,65 %, Tipo T-70, entre 0,65-0,73 % y Tipo T-75, entre 0,73-0,80 %. Las harinas de tipo T75 no podrán utilizarse en la elaboración de pan común, solo para la elaboración de otros tipos de panes.

- c. Proteínas: las destinadas a la panificación tendrán un contenido mínimo del 9 %.
- d. Gluten: el gluten seco no será inferior al 5,5 %, salvo se requiera un porcentaje inferior, en cuyo caso se hará constar este porcentaje en la etiqueta.
- e. Acidez de la grasa: Máximo 50 %, expresado en miligramos de potasa
- f. Calidad panadera: evaluada por medio del alveógrafo, responderá para la fabricación del pan común a los valores siguientes: $W > 80$ y $P/L < 1,5$
- g. Las harinas deben resultar suaves al tacto, de color blanco ligeramente amarillento, dependiendo del grado de extracción, sin resabios de rancidez, olores anormales, moho, acidez.
- h. Granulometría: Es el análisis del tamaño de las partículas que constituyen la harina. La granulometría puede apreciarse al tacto o bien por tamizado y servirá para detectar y diferenciar harinas granuladas que se deslizan entre los dedos, de harinas finas que quedan retenidas (Ferrerías, 2008).
- i. Requisitos microbiológicos: Categoría: Grado de riesgo que representan los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento. "n" (minúscula): Número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo. "c" (minúscula): Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre "m" y "M" en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a "c" se rechaza el lote. "m" (minúscula): Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor

a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes aceptables o inaceptables. "M" (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables y que el alimento representa un riesgo para la salud. (Fichas técnicas de alimentos, 2014).

Tabla 3

Requisitos microbiológicos en harinas

Agente microbiano	categoría	clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	104	105
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	102
<i>Salmonella sp</i>	10	2	5	0	ausencia	-

R.M. N° 591-2008/MINSA “Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano” (Criterio V.2)

Fuente: Fichas técnicas de alimentos (2014).

2.2.8. Harinas compuestas

En 1964 el término “harinas compuestas” fue creado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), cuando se reconoció la necesidad de buscar una solución para aquellos países que no producen trigo. Esta definición, se refiere a mezclas de harinas fabricadas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas y galletas, pero también pueden prepararse harinas compuestas a base de otros cereales que no sea el trigo y de otras fuentes de origen vegetal como raíces, tubérculos, frutas y hortalizas. Entre los objetivos del uso de harinas compuestas es la de su sustitución parcial para mejorar la calidad nutricional de los alimentos y para disminuir el uso del trigo (León *et al.*, 2007).

Clases de harinas compuestas

- a. Las conocidas como harina de trigo diluida, en la cual la harina de trigo se sustituye por otras harinas hasta en un 40 % y puede además contener otros componentes. La adición de una proteína suplementaria es opcional. Las condiciones de procesamiento y las características del producto final son comparables a productos preparados a base de sólo trigo.
- b. Harinas compuestas que no contienen trigo, son productos constituidos de harinas de tubérculos y una proteína suplementaria, muchas veces obtenida de la harina de soya, en una proporción de 4 a 1. Los productos obtenidos son diferentes en sus características reológicas al compararlos con aquellos preparados a base de sólo trigo (Criollo y Fajardo, 2010).

2.2.9. Galletas

Las galletas, de acuerdo con la definición de la Legislación Alimentaria Española, son productos alimenticios elaborados fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionando o no azúcares y otros productos alimenticios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometidos a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por el bajo contenido en agua. Poseen sabor y textura agradable, son de fácil ingestión de muchas formas y tamaños fáciles de transportar y conservar. Se clasifican según el tipo de masa con que se preparen, elásticas o no, fermentadas o no; dulces, saladas, rellenas, barquillos, entre otras. La elaboración de galletas incluye una primera etapa de mezcla y amasado en la que se dispersa los ingredientes sólidos y líquidos; seguidos de una posterior laminación, basada en compactar y calibrar la masa transformándola en una lámina de espesor uniforme, la

cual es dejada en reposo para permitir su relajación. La principal razón de la relajación es controlar la forma de la galleta luego de la cocción. La cocción se realiza en hornos durante 2,5 a 15 minutos en la que se produce una disminución de la densidad de las piezas, desarrollándose una estructura porosa debido a cambios producidos en la cocción como hinchamiento y gelificación del almidón, desnaturalización de proteínas, liberación de gases, expansión y ruptura de burbujas, fusión de las grasas y reducción del nivel de humedad, además del pardeamiento químico. Las galletas horneadas se dejan enfriar antes de su almacenamiento. Las galletas se caracterizan por su elevado valor energético (400-470 kcal/100 g) superior al de los productos de panadería (250 kcal/100 g) y similar al de los productos de bollería (300-500 kcal/100 g). En su composición, destaca el contenido en carbohidratos (60-70 %), entre los que se encuentran polisacáridos (almidón) y altos porcentajes de azúcares (25-30 %), excepto en las galletas saladas o galletas tipo cracker. Estos productos poseen un contenido en lípidos entre un 15 y un 20 %, inferior en muchos casos al aportado por los productos de bollería. Los ácidos grasos saturados constituyen más del 50 %, y los ácidos grasos monoinsaturados el 30 %. El contenido en colesterol varía de acuerdo con los ingredientes utilizados en la elaboración, mantequilla, manteca, leche o derivados lácteos, y huevo (Villanova y Guerra, 2010).

Para la producción de galletas a base de harinas compuestas, debe mantenerse lo más bajo posible el contenido de grasa de la harina de cereal no trigo para conseguir una mayor duración útil de almacenaje de las galletas (Gonzales, 2012). Los panes y galletas tradicionalmente se elaboran con harina de trigo, sin embargo, es posible adicionar pequeñas cantidades de otras harinas para conseguir sabores o propiedades

estructurales especiales. En galletería existe una diversidad de extensores de harina de trigo que, adicionados en proporción adecuada a las formulaciones, pueden mejorar la calidad nutricional, abatir costos o bien disponer de una materia prima subutilizada, etc., (Criollo y Fajardo, 2010).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Cacao: Árbol de América, de la familia de las Esterculiáceas, de tronco liso de cinco a ocho metros de altura, hojas alternas, lustrosas, lisas, duras y aovadas, flores pequeñas, amarillas y encarnadas. El fruto brota directamente del tronco y ramas principales, contiene de 20 a 40 semillas que se emplean como principal ingrediente del chocolate.

Variedades de cacao: En el mercado mundial del cacao se distinguen dos importantes categorías: los finos o de sabor y los básicos u ordinarios, los primeros provienen de variedades de cacao criollo, trinitario y nacional, los ordinarios de los forasteros.

Cacao CCN 51: Es un cacao clonado de origen ecuatoriano de alta productividad y precoz pues su producción inicia a los 24 meses de sembrado. CCN 51 significa Colección Castro Naranjal.

Cosecha de cacao: Es la recolección de mazorcas maduras separando aquellas que están atacadas por plagas y enfermedades.

Cáscara de cacao: residuo o desperdicio del fruto del cacao que constituye el 90 % del fruto, es desechada por los agricultores; una pequeña parte se usa como abono o alimento animal, lo demás es abandonado en los cacaotales originando contaminación.

Residuo agroindustrial: Son materiales en sólido o líquido producidos en el lugar de su recolección durante la producción primaria o en lugares donde se produce su transformación y que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero son susceptibles de aprovechamiento o transformación para generar otros productos con valor nutricional, económico, de interés comercial y/o social.

Galletas: Producto dulce o salado de baja humedad, hecho con una masa de harina, azúcar, huevos, leche u otros ingredientes, cocida al horno y con formas y tamaños diferentes, generalmente de poco grosor.

Clon o variedad clonal: plantas genéticamente idénticas obtenidas por reproducción asexual (injertación, estacas, ramillas, acodos o cultivo in vitro). La clonación es la vía para fijar, preservar y reproducir las características deseables que posee un individuo en particular. Las diferencias entre plantas de un mismo clon se deben a razones ambientales y de manejo y no a razones genéticas.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.) en galletas dulces afecta las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las características fisicoquímicas y compuestos bioactivos de las harinas de cáscara del fruto de tres variedades de cacao, son aceptables.
- Es posible determinar el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao en la elaboración de galletas dulces.
- Las características fisicoquímicas, sensoriales y componentes bioactivos son mejores en las galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao.

III. MÉTODO

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Aplicada, que se caracteriza porque busca aplicar o utilizar los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación; además el uso del conocimiento y los resultados de investigación da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad (Murillo (2008) citado por Vargas, 2009), el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, razón que se utiliza conocimientos de elaboración de harinas sucedáneas y su aplicación en un producto de galletería sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de la cáscara del fruto de cacao.

3.1.2. Nivel de investigación

Explicativo, tienen la finalidad de explicar el comportamiento de una variable en función de otra u otras; responde a la interrogante ¿Por qué?, pretende señalar que la ocurrencia de un fenómeno depende de otro; es decir establecer relación causa-efecto, se apoya en criterios de causalidad y requiere de control metodológico y estadístico (Alfaro, 2012); de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio explicativo.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Experimento puro. Los experimentos “puros” manipulan variables independientes para ver sus efectos sobre variables dependientes en una situación de control. Es una

investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos), dentro de una situación de control (Hernández, *et al.*, 2001).

Los resultados fisicoquímicos, de compuestos bioactivos, color, textura, minerales de las harinas y de las galletas dulces se evaluaron estadísticamente, aplicándose el análisis de variancia empleándose el diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, y para la evaluación sensorial se utilizó el diseño bloque completo al azar (DBC) con tres repeticiones; para ambas de existir diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de promedios de TUKEY a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Sotomayor, 2008), se evaluaron dos harinas, una harina obtenida a partir de la cáscara de cacao Criollo y la otra de la cáscara de cacao CCN 51 y con ellas se elaboraron galletas dulces poniendo a prueba seis tratamientos, tres galletas sustituyendo la harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y las otras tres galletas sustituyendo la harina de trigo por harina de cáscara de cacao CCN 51; los niveles de sustitución fueron de 10, 15 y 20 %.

Los modelos aditivo lineal del diseño experimental es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \text{ (Para resultados fisicoquímicos, compuestos bioactivos, color, textura, minerales de las harinas y de las galletas).}$$

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ijk} \text{ (Para evaluación sensorial).}$$

Dónde:

$$Y_{ij} = \text{Variable dependiente o respuesta individual.}$$

μ = Efecto de la Media general

τ_i = Efecto de la sustitución de la HT por HC ($i = 10, 15$ y 20%)

β_j = Efecto de los panelistas

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Los tratamientos de la investigación se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Distribución de los tratamientos

Harina de cáscara del fruto de cacao	Sustitución de harina de trigo (HT) por harina de cáscara del fruto de cacao (HCC)	Tratamientos
	90:10%	T 1
Criollo	85:15%	T 2
	80:20%	T 3
	90:10%	T 4
CCN 51	85:15%	T 5
	80:20%	T 6

Fuente: Elaboración propia.

3.3. ESTRATEGIA DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis de la investigación

H_p = H_a = Las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos cambian significativamente en las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de trigo por harinas de cáscara del fruto de cacao

Hipótesis nula

Ho Las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos no cambian significativamente en las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de trigo por harinas de cáscara del fruto de cacao

3.4. VARIABLES

Las variables consideradas son:

3.4.1. Variables independientes:

A: Harina de cáscara de cacao

A₁= Harina de cáscara de cacao criollo (HCCC)

A₂= Harina de cáscara de cacao CCN 51 (HCCN)

B: Porcentaje de sustitución de harina:

B₁= 10 %

B₂= 15 %

B₃= 20 %

3.4.2. Variables dependientes:

- Análisis sensorial en las galletas.
- Composición fisicoquímica en las harinas y en las galletas dulces.
- Compuestos bioactivos (contenido de polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides, antocianinas) en las harinas y en las galletas dulces.
- Minerales en las harinas y en las galletas dulces

3.5. POBLACIÓN

Al ser la investigación experimental con diseño de experimento puro, desarrollado en talleres y laboratorios, no es necesario delimitar una población en estudio, y la materia prima utilizada para el experimento fue adquirida de la provincia de

Pichanaki (frutos cacao Criollo) y Satipo (frutos cacao CCN 51) ubicada en la selva central del Perú, en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, que se encuentra a una altitud de 525 msnm., de acuerdo a la cantidad requerida para la ejecución de las pruebas experimentales y de los análisis respectivos.

3.6. MUESTRA

La muestra utilizada en la presente investigación está conformada por 180 kg de frutos de cacao, siendo 90 kg de la variedad criollo y 90 kg del clon CCN 51.

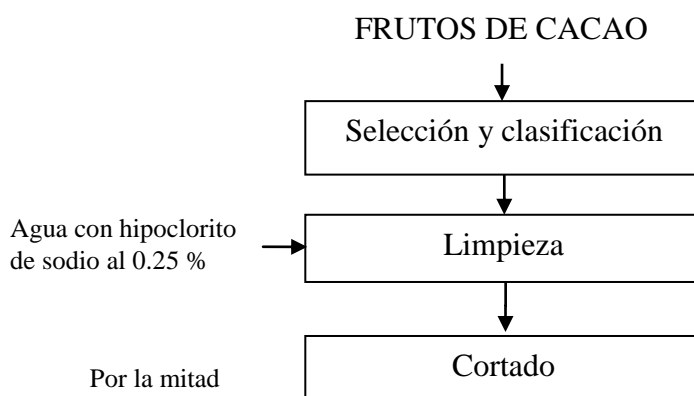
3.7. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.7.1. Procesamiento y métodos de investigación

El presente trabajo de investigación tiene dos etapas; la primera es la obtención de la harina de cáscara de los frutos de cacao y la segunda parte corresponde a la elaboración de las galletas dulces.

Primera etapa: Obtención de harina de cáscara de los frutos de cacao

Las operaciones para la obtención de harina de cáscara de los frutos de cacao se muestran en la figura 6 del siguiente diagrama de flujo.



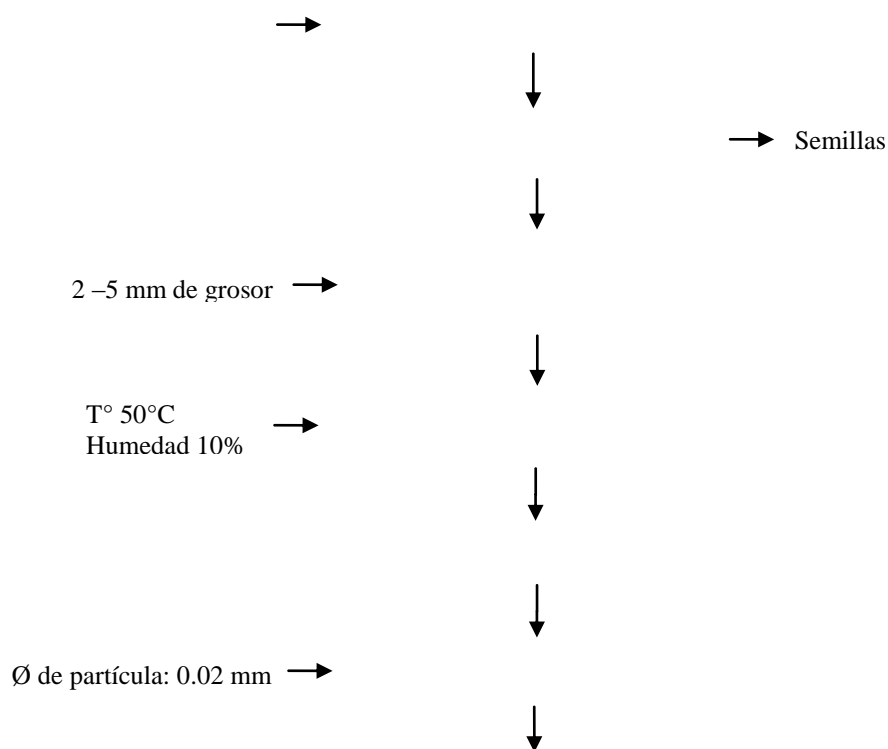


Figura 6. Flujograma de obtención de harina de cáscara del fruto de cacao.

Fuente: elaboración propia.

Descripción de las operaciones

Los frutos de cacao Criollo y CCN 51 se recibieron en el Taller de frutas y hortalizas de la UNDAC Filial La Merced, los frutos se encontraban en buen estado de madurez.

Selección y clasificación: Según variedad, eliminando frutos deteriorados y con material extraño.



Figura 7. Muestras de frutos de cacao Criollo y CCN 51

Fuente: elaboración propia.

Limpieza: Se limpiaron con abundante agua con hipoclorito de sodio al 0,25 %, se usó un paño para ayudar con la limpieza de las mazorcas.

Cortado: Se cortaron transversalmente con un cuchillo, evitando cortar o dañar a las almendras.



Figura 8. Cáscara de cacao Criollo y CCN 51

Fuente: elaboración propia.

Despulpado: Se extrajo las almendras y la placenta con los dedos, dejando limpia la cáscara.

Picado de la cáscara de cacao: se cortaron en rodajas delgadas de aproximadamente 2 a 5 mm de grosor, utilizando para ello cuchillos de acero inoxidable.



Figura 9. Picado de la cáscara de cacao Criollo y CCN 51

Fuente: elaboración propia.

Secado: las rodajas se pusieron en bandejas y colocadas en el secador de cabina de aire forzado, la temperatura de secado fue de $50 \pm 2,0$ °C, hasta que alcance una humedad de 10%.

Molienda: Se molieron en un molino de martillo.



Figura 10. Secado de la cáscara de cacao (secador de bandejas) y molido.

Fuente: elaboración propia.

Tamizado: Se tamizó con la finalidad de obtener un tamaño uniforme de partículas.

Envasado: En bolsas de polipropileno a temperatura ambiente hasta el momento de realizar los análisis o la elaboración de las galletas.



Figura 11. Pesado y envasado de la harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.

Fuente: elaboración propia.

Segunda etapa: Elaboración de galletas dulces

La elaboración de las galletas dulces se realizó con modificaciones de la formulación propuesta por (Pesantes, 2014) quien elaboró una galleta dulce sustituyendo harina de trigo por harina de pulpa de tuna púrpura; formulación que se muestra en la siguiente tabla.

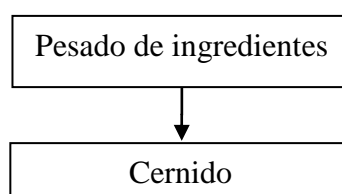
Tabla 5

Formulación de las galletas dulces

Ingredientes (g)	Formulaciones			
	(% sustitución harina de trigo/ % harina de cáscara de cacao)			
	100/0	90/10	85/15	80/20
Harina de trigo	1000	900	850	800
Harina de cáscara de cacao	0	100	150	200
Azúcar	650	650	650	650
Margarina	500	500	500	500
Leudante	30	30	30	30
Leche en polvo	10	10	10	10
Sal	5	5	5	5
Antimoho	3	3	3	3
Mixo (emulsificante)	50	50	50	50
agua	25	25	25	25
TOTAL	2273	2273	2273	2273

Fuente: Elaboración propia.

Las operaciones para la elaboración de galletas dulces se muestran en el siguiente diagrama de flujo.



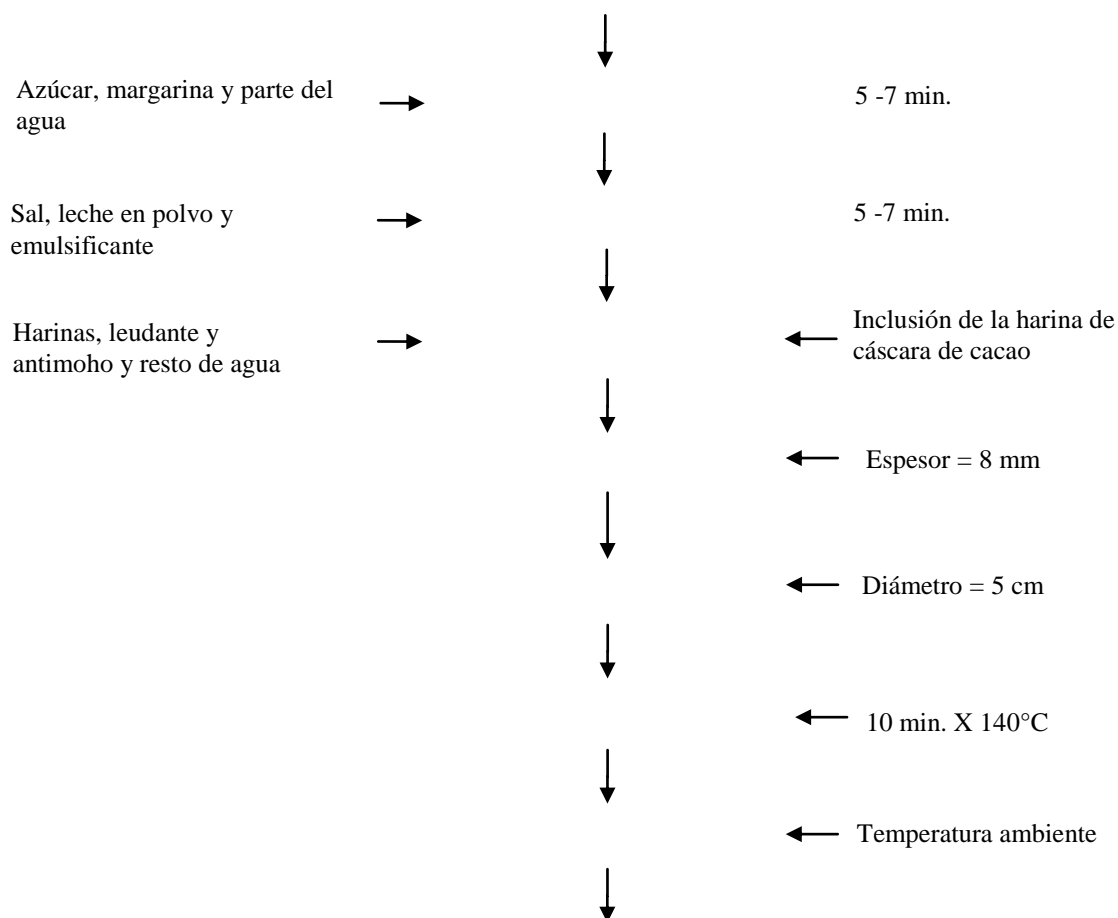


Figura 12. Flujograma de elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de la cáscara de cacao.

Fuente: elaboración propia.

Descripción de las operaciones

Las harinas obtenidas de las cáscaras de cacao Criollo y CCN 51 que se encontraban en envases de polipropileno de $\frac{1}{2}$ kg fueron las que se utilizaron para sustituir la harina de trigo.

Pesado de ingredientes: Se pesaron de acuerdo a la tabla 6, en total se hicieron 7 formulaciones, tres formulaciones con la harina de cáscara de cacao Criollo, tres

formulaciones con la harina de cáscara de cacao CCN 51 y un testigo con 100% de harina de trigo.



Figura 13. Pesado de los ingredientes para elaborar galletas.

Fuente: elaboración propia.

Cernido: Se cernieron los ingredientes secos: harinas.

Batido de la crema: La margarina, el azúcar y el agua se mezclaron hasta obtener una crema, quedando la mayor parte del azúcar disuelto.

Batido: A la crema obtenida de la operación anterior se le añadió la sal, el emulsificante y la leche en polvo; se mezcló hasta obtener una crema espesa pero homogénea.

Mezclado y amasado: Se añade a la mezcla la harina de cáscara de cacao, la harina de trigo, el antimoho y el leudante; se mezcla y se amasa y se añade el resto del agua hasta alcanzar la consistencia deseada de la masa.

Laminado: Con un rodillo dándole a la masa un espesor hasta 8 mm

Cortado: En piezas circulares usando un molde de metal de 5 cm de diámetro.

Horneado: Las galletas formadas se colocan en bandejas metálicas y se introduce al horno precalentado y se hornea a 140 ° C por 8 – 10 minutos.



Figura 14. Formado y horneado de las galletas.

Fuente: elaboración propia.

Enfriado: Hasta temperatura ambiente.

Envasado: En bolsa de polipropileno y se almacenaron dentro de cajas de cartón a temperatura ambiente.

3.7.2. Análisis de datos

A. Características de la materia prima

a. Características físicas del fruto de cacao criollo y cacao CCN 51

Peso del fruto: utilizando una balanza semi-analítica de 0 – 5 Kg.

Peso de la cáscara: utilizando una balanza semi-analítica de 0 – 5 Kg.

Porcentaje de cáscara: $(\text{peso de cáscara} * 100) / \text{peso del fruto}$

Color: en forma visual y con ayuda de un ingeniero agrónomo y de los dueños de los cacaotales.

b. Rendimiento en harina de cáscara de cacao: Rendimiento por operación y por proceso.

B. Características de las harinas de cáscara del fruto de cacao

a. Composición química proximal

Humedad: Según la técnica 934.06 de la AOAC (1990).

Fibra cruda: Según la técnica 962.09 de la AOAC (1990).

Proteína: Según la técnica 930.29 de la AOAC (1990).

Ceniza: Según la técnica 940.26 de la AOAC (1990).

Grasa: Según la técnica 922.06 de la AOAC (1990).

Carbohidratos: calculado por diferencia, utilizando la ecuación:

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ de grasa} + \% \text{ proteína} + \% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ fibra cruda}).$$

b. pH y acidez

pH (método electrométrico): se coloca 10 g de muestra en 100 ml de agua hervida fría, se agita suavemente se filtra y se introduce el electrodo del potenciómetro y se realiza la lectura. Según la técnica AOAC (1990).

Acidez titulable: Se realizó por titulación de neutralización, según el método AOAC (1990) utilizando fenolftaleína como indicador e hidróxido de sodio 0,1 N como solución titulante. Para determinar el porcentaje de acidez se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{A \times B \times C}{D} \times 100$$

A = normalidad del NaOH

B = miliequivalente del H₂SO₄ (0.049)

C= Volumen en ml gastado del NaOH

D= Peso de la muestra en gramos

c. Granulometría

Se utilizó tamices ASTM-E-11 (*American Society for Testing Materials*) para indicar los módulos de finura e índices de uniformidad de la harina, se

utilizaron siete tamices de diferentes tamaños de abertura (35, 45, 60, 80, 120, 170 y 230 ASTM) dispuestos de manera vertical y orden decreciente. Se pesa la harina a evaluar, se coloca en el tamiz 35 y luego de transcurridos 30 minutos de tamizado se pesa el contenido de cada tamiz, método descrito por Geankoplis (1998).

d. Colorimetría de las harinas

Se utilizó un colorímetro Lovibond LC100, con ángulo de visión ergonómico para permitir las mediciones en celda ópticas, fue calibrado con harina de trigo como patrón (control) blanco; el cual nos proporcionó los valores CIE L^* , a^* y b^* . (*Commission Internationale de l'eclairage*; abreviada como CIE por su nombre en francés), siendo L^* : la luminosidad o blancura de la muestra, es decir, la reflexión total de la luz y va de 0 (negro) hasta 100 (blanco), a^* : mide el matiz e indica la longitud de onda predominante, el valor (-) mide el verde mientras que el valor (+) mide el rojo. El parámetro b^* : mide la intensidad del color, un valor (-) mide el azul y el valor (+) mide el color amarillo; las coordenadas de a^* y b^* tienen un rango de (-100 a 100) (Ebner 2007, citado por Rodríguez, 2014).

e. Caracterización farinográfica de las harinas

Se trabajó con el método establecido por la casa BRABENDER fabricante del equipo; se utilizó 300 g de harina para obtener las curvas. Se visualizó las tres etapas del proceso de mezclado: absorción de agua, tiempo de desarrollo de la masa y estabilidad de la masa. De esta manera podemos saber el tiempo de trabajo mecánico que se le puede aplicar a la masa hasta antes de colapsar su

malla de gluten. También nos permite saber el porcentaje de agua que se requiere para alcanzar una consistencia de 500 UB (Unidades Brabender).

f. Identificación de compuestos bioactivos de las harinas

Determinación del contenido de polifenoles: Método de Folin Ciocalteu descrito por (Singleton *et al.*, 1999, citado por Aparcana y Villarreal 2014). Las muestras (0,5 ml) se mezclaron con 0,5 ml de reactivo Folin y se agitaron. Después de 3 min., se añadieron 10 ml de carbonato de sodio (75 g/L) y 14 ml de agua destilada y se agitó invirtiendo los tubos varias veces. Después de 1 h, se midió la absorbancia a 750 nm. Los resultados se expresaron en equivalentes de ácido gálico, para lo que previamente se había elaborado una curva de calibrado de ácido gálico con concentraciones de 5 - 25 mg/L.

Determinación de la capacidad antioxidante: Método descrito por (Singleton *et al.*, 1965, citado por Aparcana y Villarreal 2014). Se preparó una solución del radical libre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH+) a una concentración 20 mg/L en metanol grado analítico, se cubrió con papel aluminio para evitar su rápida degradación. Se preparó una solución madre con la muestra en agua bidestilada, a una concentración inicial de 12 mg/ml, a partir de ésta solución madre, se prepararon diferentes diluciones dando concentraciones finales de cada muestra de 4; 3,2; 2,4; 1,6 y 0,8 mg/ml. De éstas soluciones se tomaron 0,8 ml con 1,6 ml de solución de DPPH. En otro tubo se colocó 0,8 ml de metanol con 1,6 ml de DPPH. También se preparó el blanco espectro con 4 ml de metanol y 2 ml de agua bidestilada, a una

proporción 2:1; se taparon todos los tubos con parafilm, se agitaron y se dejaron reposar por 30 minutos en la oscuridad. Se leyeron en el espectrofotómetro a 517 nm. A partir de las absorbancias obtenidas se determinó el porcentaje de actividad antioxidante, se ajustó a una regresión lineal y con base a esta curva se determinó IC₅₀, o la concentración en la cual el porcentaje de inhibición es del 50 %.

$$\% \text{ Inhibición - radical DPPH} = 1 - \frac{(A \text{ muestra con DPPH}) - A \text{ blanco}}{A \text{ solución referencia} - A \text{ blanco}} \times 100$$

Donde A es la absorbancia.

Cuantificación de carotenoides: Se pesan 0,2 gr de muestra, se extrae los carotenoides por lixiviación con 4 ml éter de petróleo por 5 minutos, filtrar, segunda extracción y finalmente el filtrado se enraza a 8 ml. Con la longitud de onda de máxima absorbancia se realiza las lecturas. Para el cálculo de contenido de carotenoides se usa la Ley de Lambert – Beer:

$$A = a.b.c. \quad \text{Despejando: } c = \frac{A}{a.b.}$$

A = Absorbancia

b = 1,00 cm (longitud de la celda)

c = Concentración de carotenoides. g de carotenos/100 ml (Conc. en la alícuota analizada)

a = absortividad específica, $a = A_{1cm}^{1\%} = 2500$ para carotenoides totales (para la concentración de 1% en una celda de 1 cm).

$$c = \frac{A}{2500 \times 1}$$

Luego considerando la dilución de la muestra en el solvente se realizará los cálculos para determinar la concentración en la muestra (Rodríguez, 1999).

Determinación del contenido total de antocianinas: Se usó el método diferencial de pH. Las lecturas se realizaron a 530 y a 700 nm para la eliminación de interferencias debidas a la turbidez de fondo, en buffers a pH 1,0 y a 4,5 y un coeficiente de extinción molar de 26900. En un tubo de reacción se adicionaron 100 µl del extracto y 900 µl del buffer. Se agitó y luego se dejó en reposo por 30 min. Los resultados obtenidos se expresaron como mg de cianidina-3-glucósido / g de cacao (Gaviria *et al.*, 2009 citado por Zapata, Tamayo y Alberto, 2015).

$$A = (A_{530} - A_{700})_{pH1.0} - (A_{530} - A_{700})_{pH4.5}$$

Donde A es la absorbancia.

Determinación de fibra dietética soluble, insoluble: según los métodos descritos por (método 985.29 AOAC, 1990). **Fibra dietética soluble:** Se pesa por duplicado 1 g de harina de cáscara de cacao deshidratado, se coloca en matraces de 500 ml, se adiciona 50 ml de buffer de fosfato pH 6,0 y 0,1 ml de α -amilasa termoestable, la mezcla se coloca en baño de agua hirviendo agitando a intervalos de 5 minutos con temperatura interna de 75 - 100 °C durante 30 minutos. Se enfría la mezcla, se ajusta el pH a 7,5 se agrega 5 g de proteasa y se incuba por 30 minutos a 60 °C con agitación continua. Se enfría, se vuelve a ajustar el pH a 4,0 - 4,6 y se adiciona 0,3 l de amiloglucosidasa. Se incuba por 30 minutos a 60 °C con agitación continua, se enfría, se filtra en papel Whatman 4, se pone en estufa a 40 °C

durante toda la noche hasta peso constante y se pesa. El filtrado y agua de lavado se guarda para la determinación de fibra dietética insoluble. **Fibra dietética insoluble:** Se adiciona al filtrado un volumen de 298 L de alcohol etílico al 95 % a 60 °C, se reposa la mezcla toda la noche a temperatura ambiente, se filtra y el residuo se lava dos veces con 15 ml de etanol al 78 %, dos con 15 ml de etanol al 95 % y dos veces con 15 ml de acetona. Luego el residuo se seca y se pesa.

g. Determinación del contenido de minerales

Nitrógeno: Se determinó por digestión de la muestra utilizando 5 g de muestra y luego se destiló utilizando el método de Kjeldahl (AOAC, 1984).

Fósforo: Cuantificado por colorimetría meta vanadato. Según el método 957.02 (AOAC, 1997).

Calcio: Por espectrofotometría de absorción atómica (EAA). Según el método 944.03 (AOAC, 2005).

Magnesio: Por espectrofotometría de absorción atómica (EAA). Según el método 965.09 (AOAC, 2005).

Potasio: Por espectrofotometría de absorción atómica (EAA). Según el método 944.03 (AOAC, 2005).

Sodio: Por espectrofotometría de absorción atómica (EAA). Según el método 944.03 (AOAC, 2005).

Cobre: Por espectrometría de absorción atómica, por lectura directa y con estándares adecuados. Según el Método 999.11 modificado (AOAC, 2012).

Hierro: Por espectrometría de absorción atómica, por lectura directa y con estándares adecuados. Según el Método 999.11 modificado (AOAC, 2012).

Zinc: Por espectrometría de absorción atómica, por lectura directa y con estándares adecuados. Según el Método 999.11 modificado (AOAC, 2012).

Manganeso: Por espectrometría de absorción atómica con aspiración en llama aire/acetileno, tratando previamente la muestra para reducir la materia orgánica y convertir el metal unido orgánica o inorgánicamente, así como disuelto o particulado a su forma de metal libre (AOAC, 1990).

h. Análisis microbiológico de las harinas

Numeración de *E. coli*: Técnica le NMP (número más probable), ISO 7251. Directiva general para el recuento de *Escherichia coli* presuntivos, (Cano, 2006).

Determinación de *Salmonella sp.*: Según el método ISO 6579. Directiva general concerniente a los métodos de investigación de *Salmonella* (Cano, 2006).

Enumeración de mohos y levaduras: Según el método ISO 7954. Directiva general para el recuento de levaduras y mohos. Técnica de enumeración de las colonias a 25° C (Cano, 2006).

C. Características de galletas dulces

a. Evaluación sensorial de las galletas

Las galletas elaboradas con 10, 15 y 20 % de sustitución de harina de trigo por las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 fueron evaluadas sensorialmente en los atributos color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad general, se realizó en el laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, con un panel de 25 jueces

semientrenados, utilizando una ficha de evaluación con una escala hedónica de 7 puntos (Anzaldúa, 1994). Ver anexo 1 la ficha de evaluación utilizada.

b. Evaluación de las características físicas de las galletas

Se determinaron a las muestras seleccionadas de mayor preferencia por los panelistas (T3) galleta con 20 % de sustitución con harina de cáscara de cacao Criollo y (T6) galleta con 20 % de sustitución con harina de cáscara de cacao CCN 51 y a la galleta testigo (100 % de harina de trigo).

Peso medio: (pesado directo) se empleó balanza analítica, en gramos, se calcula a partir de la suma de los pesos unitarios dividido por el número total de galletas según tratamiento.

Espesor: se empleó un vernier Caliper de 0-150 mm, marca Kamasa, en cm.

Diámetro: se midió dos veces, perpendicularmente, para calcular el diámetro medio; se empleó un vernier Caliper de 0-150 mm, marca Kamasa, en cm.

Factor de expansión: a través de la relación diámetro / espesor.

c. Características fisicoquímicas de las galletas

pH: Con la metodología descritas para las harinas de cáscara de cacao.

Acidez titulable: Con las metodologías descritas para las harinas de cáscara de cacao, con la salvedad que el miliequivalente utilizado para las galletas es del ácido láctico 0,09.

Índice de peróxido: Se pesaron 5 gramos de muestra, se agregaron 30 ml de disolución de ácido acético/cloroformo (60 : 40) y 0,5 ml de la disolución saturada de yoduro de potasio. Se tapó y se agitó durante un minuto. Se tituló hasta la casi desaparición del color amarillo. Después se

añaden 0,5 ml. de disolución al 1 % de almidón soluble y se continúa valorando hasta la desaparición del color azul. Se hizo una prueba testigo. Se anotaron en cada caso los mililitros de disolución de tiosulfato 0,1 N gastados en las titulaciones. El volumen usado en el testigo no debe exceder de 0,1 ml de tiosulfato 0,1 N. Las determinaciones se efectuaron por duplicado (NTP, 2014).

$$I. P. = (S - B) \times N \times \frac{1000}{g}$$

I. P. = Índice de peróxido (miliequivalentes/kg de muestra).

S = mililitros de tiosulfato de sodio usada en titular la muestra

B = mililitros de tiosulfato de sódio usada en titular el testigo

N = Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio

g = gramos de muestra.

d. Características químico proximal de las galletas

Con las metodologías descritas para las harinas de cáscara de cacao.

e. Fibra dietética soluble e insoluble

Con las metodologías descritas para las harinas de cáscara de cacao.

f. Evaluación del color de las galletas

Con la metodología descrita para las harinas de cáscara de cacao, el blanco fue la galleta testigo.

g. Efecto de la sustitución sobre la dureza de la galleta

Método descrito por (Manley, 2000). Se determinó la fuerza de la ruptura de las galletas, empleando para ello un texturómetro analítico, texture analyzer brookfield. Texture pro. CT. VI.6. Build 26. Se midió como la fuerza necesaria para la fractura, mediante una comprensión. Cálculos: A los datos obtenidos en las galletas se realizaron un análisis estadístico para determinar las diferencias estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 5 %, empleando para este fin, análisis de varianza.

h. Compuestos bioactivos

Con las metodologías descritas para las harinas de cáscara de cacao.

i. Contenido de minerales

Con las metodologías descritas para las harinas de cáscara de cacao.

j. Análisis microbiológico:

Con las metodologías descritas para las harinas de cáscara de cacao.

3.7.3. Instrumentos de recolección de datos

Al tratarse de una investigación experimental, con diseño de experimento puro, para la recolección de datos se utilizó equipos, materiales y reactivos para los análisis y cuantificación de datos de cada indicador.

A. Insumos y aditivos

- Para elaborar las galletas: Margarina (sello de oro); Azúcar blanca; sal (Emsal); leche en polvo (Gloria); leudante (mejorador) Marca Puratos. Prod. Peruano; Antimoho - Marca Mohopan Emp. Bakels – Perú. (propianato de calcio E 282 y agente antiapelmazante E 170); Emulsificante en pasta (mixo) Marca Emulgel. Emp. M Ludafa SAC., Harina de trigo (Nicolini).
- Para realizar los análisis: Reactivos para determinar la composición química proximal; Hidróxido de sodio p.a, fenoftaleina, buffer de pH; reactivos para determinar capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos (2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH), etanol, metanol, Trolox, Folin – Ciocalteau, ácido gálico, carbonato de sodio p.a, metanol 99,9 %, ácido clorhídrico, cloruro de potasio, acetato de sodio p.a.; reactivos básicos para análisis microbiológico y otros.

B. Equipos e instrumentos

Equipo de titulación; equipo kjeldahl; equipo Soxhlet; horno rotatorio eléctrico de 16 bandejas semi-industrial. Marca Halley; balanza analítica marca Digiweigh capacidad 0,01 – 100 g; balanza digital de precisión modelo ESJ-210 - 4. 0,1 – 500 g; secadora de bandeja industrial. Doble entrada. Modelo RXH – Marca LC, Capacidad de 50 - 400 kg; molino de martillo de 12 Hp.; selladora. Modelo SF-300S, Marca SAMWIN, 220 V, 40 cm de sellado; pHmetro digital. Modelo A211. Marca Hanna Checker; otros.

C. Materiales varios de laboratorio

Fiolas de 25, 50 mL; vasos de precipitación de 50, 100, 500 y 1000 mL; matraz de erlenmeyer 100 mL; pipetas de 2 y 10 mL.; probetas de 10, 25, 100, 250 mL; buretas de 10 y 25 ml.; micropipetas de 200 - 1000 μ L; embudos de vidrio; kitazato; embudo; bombillas de succión; papel filtro #1 y 4; otros.

D. Procesamiento y presentación de los resultados

Para la documentación bibliográfica se hizo necesario el análisis documental (material formal y analítico), las fichas (construcción del marco teórico), la observación para la información sobre las variables y para procesar los datos obtenidos y presentar los resultados se utilizó el software Microsoft Office 2013 con sus programas: texto del Word, Excel, PowerPoint.

IV. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. Características físicas del fruto de cacao criollo y del cacao CCN 51

En la tabla 6 se presenta los promedios de las características físicas del fruto de cacao, se observa el peso de la mazorca para el cacao criollo es de 906,75 g y para el cacao CCN 51 es de 962 g; el peso de la cáscara de cacao en conjunto con la placenta fue de 760 y 631 g para cada tipo de cacao, representando 79 % y 69,73 % del peso del fruto respectivamente. Los datos se muestran en el anexo 2.

Tabla 6

Características físicas del fruto de cacao Criollo y CCN 51

Características	Cacao criollo Promedio*	Cacao CCN 51 Promedio*
Peso del fruto (g)	906,75 ^a ± 155,11	962,00 ^a ± 239,74
Peso de la cáscara (g)	631,00 ^b ± 104,86	760,00 ^a ± 210,78
Porcentaje de cáscara (%)	69,72 ^b ± 2,62	78,65 ^a ± 4,02
Color	Amarillo verdoso	Rojo anaranjado intenso

* Resultados expresados como media y desviación estándar de 20 mazorcas

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$).

Fuente: Procedimiento experimental. Taller de frutas y hortalizas. UNDAC. La Merced.

4.1.2. Rendimiento en harina de cáscara de cacao

La tabla 7 y 8 se muestran los resultados obtenidos del rendimiento de harina de los frutos de cacao.

Tabla 7

Rendimiento de harina de la cáscara del fruto de cacao criollo

Operación	Ingresas Kg	Pérdida		Continua kg	R.O. * %	R.P. ** %
		Kg	%			
Recepción	18135,00	...	...	18135,00	100,00	100,00
Selección clasificación	18135,00	...	...	18135,00	100,00	100,00
Limpieza	18135,00	54,40	0,30	18080,60	99,70	99,70
Cortado	18080,60	...	...	18080,60	100,00	99,70
Despulpado	18080,60	5460,60	22,60	13994,38	77,40	77,17
Picado de cáscara	13994,38	721,99	14,98	11898,01	85,02	65,61
Secado	11898,01	9733,75	81,81	2164,25	18,19	11,93
Molienda	2164,25	189,76	8,77	1974,50	91,23	10,89
Tamizado	1974,50	324,46	16,43	1650,04	83,57	9,09
Envasado	1650,04	...	...	1650,04	100,00	9,09

* Rendimiento por operación. **Rendimiento por proceso.

Fuente: Procedimiento experimental. Taller de harinas. UNDAC. La Merced.

Tabla 8

Rendimiento de harina de la cáscara del fruto de CCN 51

Operación	Ingresa kg	Pérdida		Continua kg	R.O.* %	R.P.** %
		kg	%			
Recepción	19240,00	...	...	19240,00	100,00	100,00
Selección clasificación	19240,00	...	...	19240,00	100,00	100,00
Limpieza	19240,00	96,20	0,50	19143,80	99,50	99,50
Cortado	19143,80	...	...	19143,80	100,00	99,50
Despulpado	19143,80	3943,80	20,60	15200,00	79,40	79,00
Picado de cáscara	15200,00	437,14	2,88	14762,86	97,12	76,73
Secado	14762,86	12104,06	81,99	2658,80	18,01	13,82
Molienda	2658,80	243,23	1,65	2415,57	98,35	12,55
Tamizado	2415,57	510,05	21,12	1905,52	78,87	9,90
Envasado	1905,52	...	...	1905,52	100,00	9,90

* Rendimiento por operación. **Rendimiento por proceso.

Fuente: Procedimiento experimental. Taller de harinas. UNDAC. La Merced.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS HARINAS DE CÁSCARA DEL FRUTO DE CACAO

4.2.1. Composición químico proximal de las harinas de cáscara de cacao

En la tabla 9 se muestra la composición proximal de las harinas obtenidas de la cáscara de cacao criollo y cacao CCN 51, respecto a la humedad, fibra cruda y grasas se observaron diferencias ($P \leq 0,05$) entre las harinas siendo de 5,98 y 5,74 %; 29,78 y 30,69 %; 2,01 y 1,89 % respectivamente, pero no se encontraron diferencias en el

contenido de proteínas, cenizas y carbohidratos siendo de 7,97 y 8,07 %; 7,13 y 7,29 %; 45,89 y 46,32 % entre ellas. Los datos se muestran en el anexo 3.

Tabla 9

Resultado del análisis químico proximal de la harina de trigo, de cáscara de cacao Criollo y cáscara de cacao CCN 51 (g/100 g materia seca)

Composición %	Harina de trigo	Harina de cáscara de cacao criollo	Harina de cáscara de cacao CCN 51
Humedad	12,00 ^a ± 0,02	5,98 ^b ± 0,01	5,74 ^c ± 0,04
Fibra cruda	0,30 ^c ± 0,02	29,78 ^b ± 0,04	30,69 ^a ± 0,06
Proteína	10,20 ^a ± 0,22	7,97 ^b ± 0,10	8,07 ^b ± 0,10
Ceniza	0,40 ^b ± 0,03	7,13 ^a ± 0,06	7,29 ^a ± 0,07
Grasa	1,10 ^c ± 0,01	2,01 ^a ± 0,04	1,89 ^b ± 0,05
Carbohidratos	76,00 ^a ± 0,50	45,89 ^b ± 1,00	46,32 ^b ± 0,13

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$). Promedio de 3 repeticiones.

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de análisis de alimentos. UNDAC. La Merced.

4.2.2. pH y acidez de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

En la tabla 10 se muestra los resultados de pH de las harinas de las cáscaras del cacao Criollo y del CCN 51 comparadas con el pH de la harina de trigo, los valores de acidez expresada en porcentaje ácido sulfúrico. En la figura 15 ambas determinaciones. Los datos de pH y acidez se muestran en el anexo 4.

Tabla 10

pH y acidez de la harina de cáscara de cacao Criollo y del CCN 51

	Harina de trigo	Harina de cáscara de cacao Criollo	Harina de cáscara de cacao CCN 51
pH	5,94 ^a ± 0,28	5,82 ^a ± 0,18	5,57 ^a ± 0,25
% Acidez total (expresado en H₂SO₄)	0,063 ^c ± 0,01	0,32 ^a ± 0,02	0,44 ^b ± 0,06

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$). Promedio de 3 repeticiones

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de análisis de alimentos. UNDAC. La Merced.



Figura 15. Pruebas fisicoquímicas realizadas en las muestras.

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Granulometría de la harina de la cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

En las tablas 11 y 12 se muestran los porcentajes de retención de partículas según la abertura del tamiz, se observan variaciones respecto al módulo de finura presentando 3,88 y 3,44 para la harina de cáscara de cacao Criollo y harina de cáscara de cacao CCN 51; para la obtención del módulo de finura se consideró la abertura de tamiz de hasta 90 μm , usando el equipo que se muestra en la figura 16.

Tabla 11

Resultado del análisis granulométrico de la harina de la cáscara de cacao Criollo

Número de tamiz	Abertura de tamiz (µm)	Peso retenido (g)	(%) retenido		% acumulado que pasa
			Parcial	Acumulado	
35	500	50,30	25,15	25,15	74,85
45	355	35,12	17,56	42,71	56,29
60	250	37,46	18,73	61,44	38,56
80	180	24,97	12,48	73,92	26,08
120	125	28,73	14,37	88,29	11,71
170	90	17,16	8,58	96,87	3,13
230	63	5,92	2,96	99,83	0,17
0	-	0,34	0,17	100,00	0,00
TOTAL		200			

$$\text{Módulo de finura} = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100} = \frac{388,38}{100} = 3,88$$

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio harina y panificación FIA- UNAS- Tingo María.

Tabla 12

Resultado del análisis granulométrico de la harina de la cáscara de cacao CCN 51

Número de tamiz	Abertura de tamiz (µm)	Peso	(%) retenido		% acumulado que pasa
			Parcial	Acumulado	
35	500	48,56	24,28	24,28	75,72
45	355	31,42	15,71	39,99	60,01
60	250	25,80	12,90	52,89	47,11
80	180	21,24	10,62	63,51	36,49
120	125	26,42	13,21	76,72	23,28
170	90	20,74	10,37	87,09	12,91
230	63	20,40	10,20	97,29	2,71
0	-	5,42	2,71	100,00	0,00
TOTAL		200			

$$\text{Módulo de finura} = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100} = \frac{344,48}{100} = 3,44$$

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio harina y panificación FIA- UNAS- Tingo María.



Figura 16. Análisis granulométrico de las harinas de cáscaras de cacao.

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Colorimetría de las harinas

La tabla 13 y la figura 8 muestran los valores de L*, a* y b* de los puntos correspondientes a la harina de trigo comparándolas con las harinas de las cáscaras de cacao, donde las coordenadas L* la luminosidad, cuanto más oscura la muestra, más bajo su valor, las coordenadas a* representan el color verde (valores negativos) o rojo (valores positivos) y las coordenadas b* representan el color azul (valores negativos) o amarillo (valores positivos). Los datos colorimétricos de las harinas se muestran en el anexo 5.

Tabla 13

Coordenadas de color para las harinas del cacao Criollo y del CCN 51

Harinas	L*	a*	b*
Harina de trigo (HT)	96,33 ^a ± 0,50	0,56 ^b ± 0,06	5,97 ^c ± 0,12
Harina de cáscara de cacao Criollo (HCCC)	71,17 ^b ± 0,33	5,61 ^a ± 0,05	22,84 ^a ± 0,13
Harina de cáscara cacao CCN 51 (HCCN 51)	70,63 ^b ± 0,51	5,73 ^a ± 0,08 ^a	22,31 ^b ± 0,17

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$). Promedio de 3 repeticiones. L* luminosidad, coordenada a* (color verde a rojo) y coordenada b* (color azul a amarillo).

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de la - UNHEVAL- Huánuco.

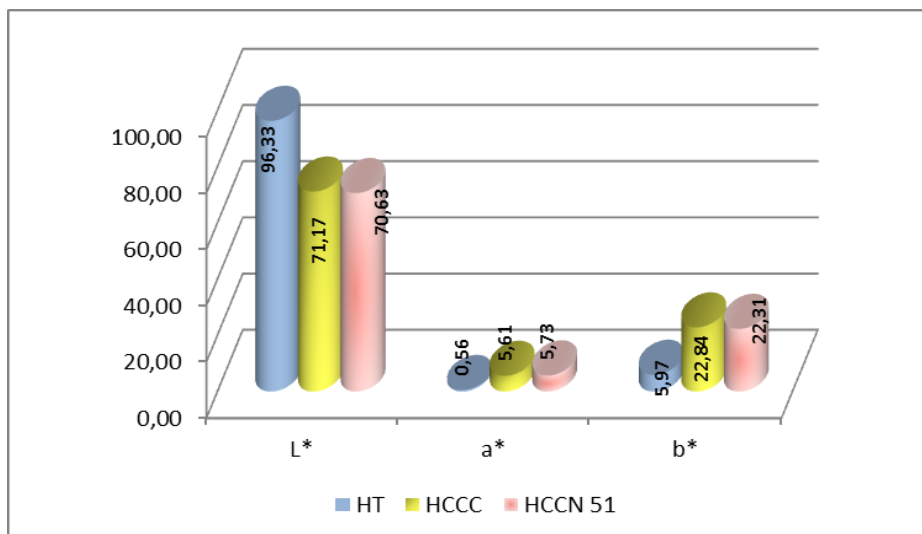


Figura 17. Coordenadas de color (L*) y cromaticidad (a* y b*) de las harinas de cáscara de cacao Criollo (HCCC) y de cáscara de cacao CCN 51 (HCCN 51).

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Caracterización farinográfica de las harinas

En la tabla 14, figura 18, 19 y 20 se presentan los resultados de la absorción de agua, tiempo de desarrollo de la masa, y la estabilidad de las harinas de trigo/harina de cáscara de cacao en los porcentajes de 10, 15 y 20 % de sustitución. Respecto a la absorción de agua en los porcentajes de sustitución de 10 y 15 % se observa mayor absorción con las harinas de cacao (72,80 y 69,7 % y de 71,6 y 72,00 %) a diferencia de cuando se sustituyó el 20 % en la que en ambos casos disminuyó; en cuanto al tiempo de desarrollo, la harina de trigo reportó un valor de 6,60 minutos, estando por debajo a lo presentado por las mezclas de harina trigo/harinas de cáscara de cacao en las que se observan tendencia crecientes y finalmente respecto a la estabilidad de las harinas presentan grandes diferencias observándose 9,20 minutos para la harina de trigo, 9,20; 8,20 y 2,20 minutos para harina de trigo con sustitución del 10, 15 y 20 % de harina de cáscara de cacao Criollo y de 6,40; 13,30 y 15,90 minutos para harina de trigo con sustitución del 10, 15 y 20 % de harina de cáscara de cacao CCN 51. Los datos colorimétricos de las harinas se muestran en el anexo 6.

Tabla 14

Características las harinas del cacao criollo y del CCN 51 según farinograma

Muestra	Absorción de agua (%)	Tiempo de desarrollo (min)	Estabilidad (min)
HT (control)	65,50	6,60	9,20
HT / HCCC 10%	72,80	8,30	8,20
HT / HCCC 15%	69,70	15,30	9,60
HT / HCCC 20%	63,00	7,20	2,20
HT / HCCN 10%	71,60	7,50	6,40
HT / HCCN 15%	72,00	10,90	13,20
HT / HCCN 20%	64,40	18,40	15,90

HT=harina de trigo, HCCC=harina de cáscara de cacao Criollo, HCCN=harina de cáscara de cacao CCN -51

Fuente: Elaboración propia. Procedimiento experimental en laboratorio harina y panificación FIA- UNAS- Tingo María.

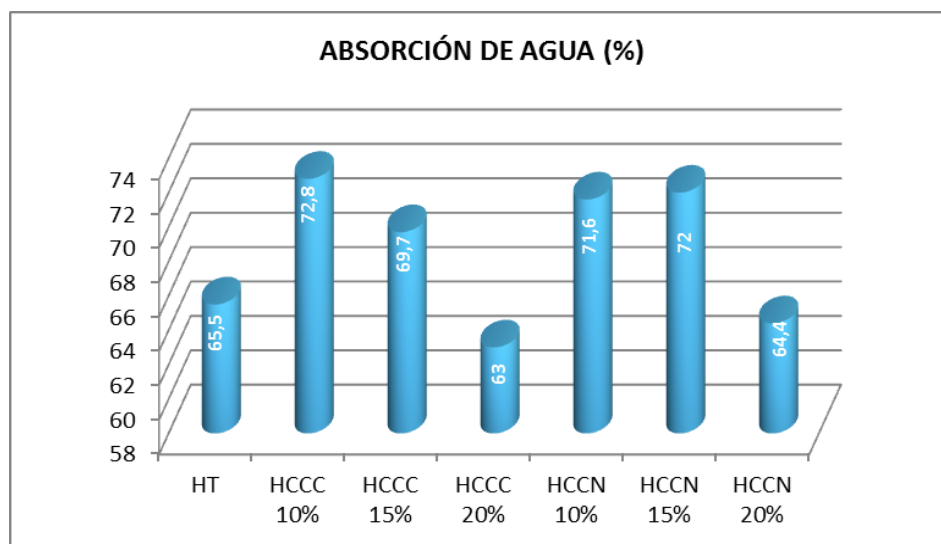


Figura 18. Porcentaje de absorción de agua de la harina de trigo y las harinas del cacao criollo y del CCN 51.

Fuente: Elaboración propia.

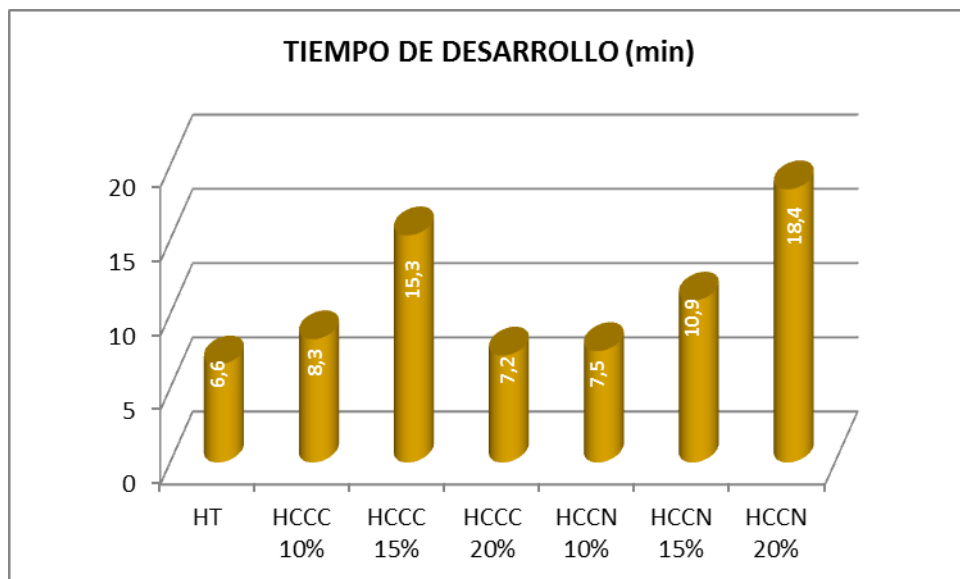


Figura 19. Tiempo de desarrollo de la masa de la harina de trigo - harinas de cáscara de cacao.

Fuente: Elaboración propia.

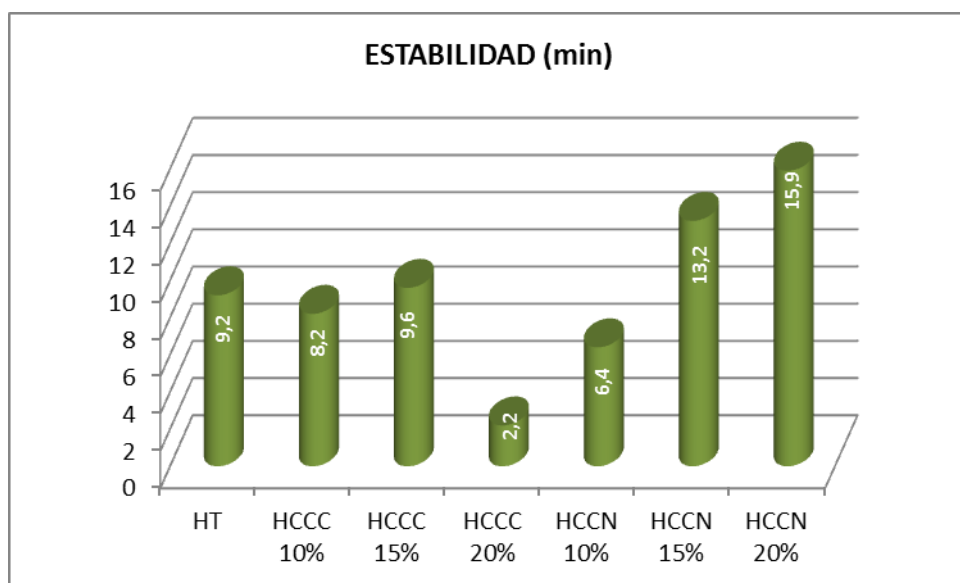


Figura 20. Tiempo de estabilidad de la masa de la harina de trigo - harinas de cáscara de cacao.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. Identificación de compuestos fenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

En la tabla 15 y figura 21, se observa la variación en el contenido de polifenoles totales, encontrándose contenido de 69,53 y 57,64 mg AGE/g en la harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51 respectivamente, el análisis de varianza reveló que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$) entre las muestras. Respecto a la capacidad antioxidante, el IC_{50} promedio encontrado fue de 60,30 y 48,90 $\mu\text{g/mL}$ para las harinas de cáscara de cacao, no existiendo igualdad estadística significativa ($P > 0,05$) entre las muestras; se observa que la harina cáscara de cacao CCN 51 tiene mayor actividad antioxidante ya que el valor alcanzado muestran que la concentración de extracto necesaria para inhibir en un 50 % la actividad del radical DPPH es 8 % menor que la requerida por la harina de cáscara de cacao Criollo, lo cual se traduce en una mayor actividad antioxidante. El contenido de carotenoides en ambas harinas varió significativamente ($P \leq 0,05$) de 7,9 a 6,05 mg carotenos /100 g muestra, siendo la harina de cáscara de cacao criollo la que presentó mayor cantidad a comparación con la del CCN 51. Respecto al contenido total de antocianinas para la harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 son 1,43 y 1,25 mg de cianidina-3-glucósido/g respectivamente, presentándose diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre ambas. Se observa que la harina de cáscara de cacao Criollo presenta más pigmentos antociánicos de la harina de cáscara de cacao CCN 51. Los datos se muestran en el anexo 7.

Tabla 15

Polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en las harinas de cáscara de cacao criollo y CCN 51

Muestras	Polifenoles Concentración (mgAGE/g muestra)	Actividad antioxidante IC ₅₀ (µg/mL)	Carotenoides (mg carotenos /100g muestra)	Antocianinas (mg cianidina - 3-glucósido/g)
HCCC	69,53 ^a ± 1.23	60,30 ^a ± 2.09	7,90 ^a ± 0.09	1,43 ^a ± 0.14
HCCN	57,64 ^b ± 1.07	48,90 ^b ± 1.13	6,05 ^b ± 0.10	1,25 ^a ± 0.14

HCCC = Harina de cáscara de cacao Criollo, HCCN = Harina de cáscara de cacao CCN 51. Valores promedio con igual letra en la misma columna no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$). Promedio de 3 repeticiones

IC₅₀: Cantidad de extracto necesario para disminuir en un 50% la concentración de DPPH.

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio Centro de investigación para el desarrollo biotecnológico de la Amazonía. UNAS-Tingo María.

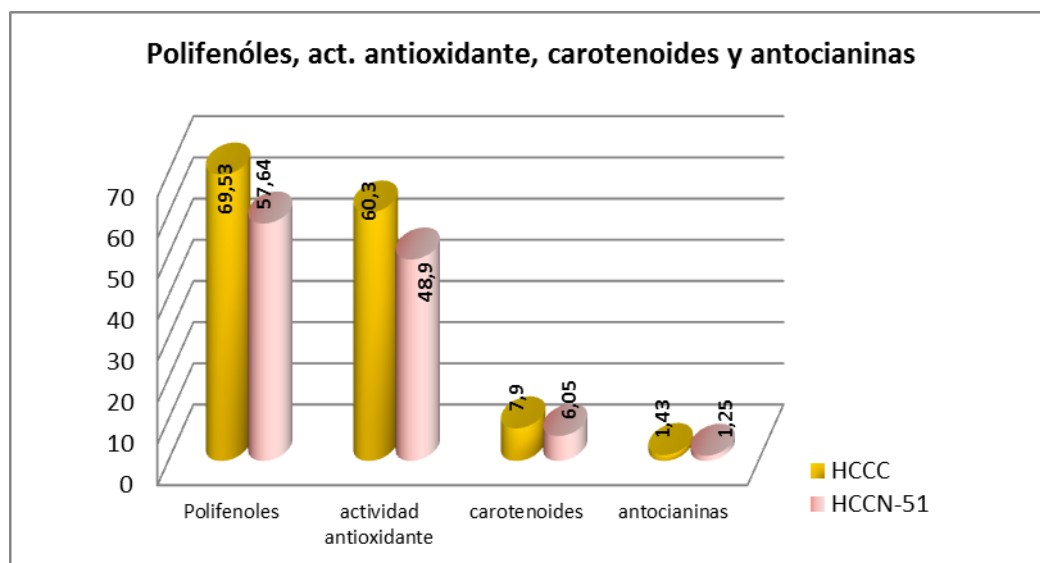


Figura 21. Variación del contenido de polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas de las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7. Fibra dietética soluble e insoluble en harinas de cáscara de cacao

Los resultados de los contenidos de fibra insoluble, soluble y total de las harinas de cáscara de cacao se muestran en la tabla 16, donde se observan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre ellas. Destaca el contenido de fibra dietética insoluble de 52,57 y 51,90 % para las harinas de cáscara de cacao criollo y CCN 51 respectivamente; ambas harinas presentaron mayor cantidad de fibra insoluble, que es la forma más común de encontrar la fibra dietética y se relaciona con algunos efectos beneficiosos a la salud, por su potencial de reducción del riesgo del cáncer de colon y recto al aumentar el volumen de las heces y su velocidad de eliminación, ya que mejora los movimientos intestinales (Ramírez y Pacheco, 2009). Los datos se muestran en el anexo 8.

Tabla 16

Contenido de Fibra dietética total, soluble e insoluble en harina de cáscara de cacao Criollo y harina de cáscara de cacao CCN 51

Muestra	Fibra insoluble (%)	Fibra soluble (%)	Fibra total (%)
HCCC	52,57 ^a ± 0,08	3,02 ^a ± 0,09	55,59 ^a ± 0,08
HCCN	51,90 ^b ± 0,07	3,47 ^b ± 0,05	55,37 ^b ± 0,06

HCCC = Harina de cáscara de cacao Criollo, HCCN = Harina de cáscara de cacao CCN 51. Valores promedio con igual letra en la misma columna no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$). Promedio de 3 repeticiones

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de la UNCP – Huancayo.

4.2.8. Contenido de minerales en harinas de cáscara de cacao

En la tabla 17 se presenta los valores experimentales de algunos minerales obtenidos en las muestras de harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51. Los datos se muestran en el anexo 9.

Tabla 17

Contenido de minerales en harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Minerales	Harina de cáscara de cacao Criollo	Harina de cáscara de cacao CCN 51
Nitrógeno (g/100 g)	1,11 ± 0,08 ^a	0,90 ± 0,08 ^b
Fósforo (g/100 g)	0,57 ± 0,06 ^a	0,75 ± 0,07 ^b
Calcio (g/100 g)	0,62 ± 0,06 ^a	0,70 ± 0,03 ^a
Magnesio (g/100 g)	0,042 ± 0,02 ^a	0,046 ± 0,04 ^a
Potasio (g/100 g)	3,00 ± 0,05 ^a	3,70 ± 0,06 ^b
Sodio (g/100 g)	0,17 ± 0,02 ^a	0,21 ± 0,04 ^a
Cobre (ppm)	6,20 ± 0,50 ^a	2,97 ± 0,02 ^b
Hierro (ppm)	19,66 ± 0,12 ^a	20,82 ± 0,15 ^b
Zinc (ppm)	176,18 ± 0,48 ^a	181,14 ± 0,06 ^b
Manganeso (ppm)	111,03 ± 0,08 ^a	34,0 ± 0,09 ^b

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$). Promedio de 3 repeticiones

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de suelos. UNAS-Tingo María.

4.2.9. Evaluación microbiológica de las harinas

En la tabla 18 se presenta los valores de los análisis microbiológicos obtenidos en las muestras de harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51.

Tabla 18

Resultado del análisis microbiológico de las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

Muestras	Numeración de <i>Escherichia coli</i> (m.o./g)		Investigación de <i>Salmonella sp</i> (m.o./g)		Numeración de Mohos y Levaduras (m.o./g)	
	Resultados	*Límites admitidos	Resultados	*Límites admitidos	Resultados	*Límites admitidos
HCCC	Ausencia	10 - 10 ²	Ausencia	Ausencia/25g	Ausencia	10 ⁴ - 10 ⁵
HCCN	Ausencia	10 - 10 ²	Ausencia	Ausencia/25g	1	10 ⁴ - 10 ⁵

HCCC = harina de cáscara de cacao Criollo, HCCN = harina de cáscara de cacao CCN 51.

*Norma Sanitaria 071 RS N°591-2008/MINSA

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de microbiología. UNAS-Tingo María.

4.3. EVALUACIÓN EN LAS GALLETAS DULCES CON HARINA DE CÁSCARA DE CACAO CRIOLLO Y CCN 51

4.3.1. Evaluación sensorial de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

Los resultados del análisis sensorial en la que se evaluaron los atributos de color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad general se muestran en las tablas 19 y 20, y en la figura 21 el procedimiento; los resultados emitidos por los catadores no mostraron diferencias estadísticas según tuckey ($P \leq 0,05$) en ninguno de los atributos. Los datos se muestran en el anexo 10.

Tabla 19

Promedios registrados de los atributos color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad general en las galletas con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo

Atributo	GHCCC		
	T1	T2	T3
Color	6,08 ^a	6,16 ^a	6,16 ^a
Sabor	5,56 ^a	5,56 ^a	5,60 ^a
Aroma	5,60 ^a	5,64 ^a	5,64 ^a
Textura	4,92 ^a	4,96 ^a	4,96 ^a
Aceptabilidad general	5,52 ^a	5,56 ^a	5,56 ^a

GHCCC= galleta con harina de cáscara de cacao Criollo.

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$)

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de análisis sensorial. UNDAC. La Merced.

Tabla 20

Promedios registrados de los atributos color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad general en las galletas con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao CCN 51

Atributo	GHCCN		
	T4	T5	T6
Color	6,04 ^a	6,00 ^a	6,04 ^a
Sabor	5,60 ^a	5,56 ^a	5,60 ^a
Aroma	5,60 ^a	5,64 ^a	5,64 ^a
Textura	4,92 ^a	4,92 ^a	5,00 ^a
Aceptabilidad general	5,56 ^a	5,52 ^a	5,52 ^a

GHCCN= galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51.

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$)

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de análisis sensorial. UNDAC. La Merced.



Figura 22. Análisis sensorial de las galletas.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Evaluación de las características físicas de las galletas dulces

En la tabla 21 se muestran las características de las galletas elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y de CCN 51 en

un 20 %, se observó que las galletas de mayor peso eran las que llevaban harina de cáscara de cacao, pero el análisis de varianza reveló que no existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$) entre ellas. Los datos se muestran en el anexo 11.

Tabla 21

Promedios de características físicas de las galletas de mayor aceptación (T3) y (T6) (80% harina de trigo/20% harina de cáscara de cacao)

	Galleta testigo	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
Peso medio (g)	10,064 ^a ± 0,57	10,188 ^a ± 0,51	10,200 ^a ± 0,47
Espesor (cm)	0,780 ^a ± 0,04	0,780 ^a ± 0,03	0,781 ^a ± 0,04
Diámetro (cm)	4,513 ^a ± 0,05	4,480 ^a ± 0,12	4,482 ^a ± 0,05
Factor de expansión	5,770 ^a ± 0,35	5,737 ^a ± 0,35	5,728 ^a ± 0,40

$$\text{Factor de expansión} = \frac{\text{diámetro}}{\text{espesor}} = \frac{4.48}{0.78} = 5.737$$

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$)

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de análisis sensorial. UNDAC. La Merced.

4.3.3. pH, Acidez e índice de peróxido de las galletas dulces

En la tabla 22 se muestran los resultados de pH, acidez e índice de peróxidos de las galletas T3 y T6 (20 % de sustitución) y de la galleta elaborada con 100 % harina de trigo. Los datos se muestran en el anexo 12.

Tabla 22

Resultado del análisis de pH, % de acidez e índice de peróxido de las galletas con harina de cáscara de cacao

	Galleta testigo	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
pH	6,430 ^a ± 0,046	6,020 ^a ± 0,545	5,910 ^a ± 0,043
% Acidez (expresado en ac. láctico)	0,079 ^a ± 0,017	0,090 ^a ± 0,014	0,092 ^a ± 0,014
Índice de peróxido meq/kg	3,413 ^a ± 0,010	2,784 ^b ± 0,010	2,817 ^b ± 0,011

GHCCC= galleta con harina de cáscara de cacao Criollo; GHCCN= galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51.

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$)

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de análisis sensorial. UNDAC. La Merced.

4.3.4. Caracterización químico proximal de las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

La tabla 23 muestra de la composición químico proximal de la galleta testigo y las galletas con 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51; para el contenido de humedad se observa que no existen diferencias significativas entre las galletas; para el contenido de grasa las galletas con sustitución de harina de trigo tienen menos contenido que la galleta testigo; el contenido de proteínas en la galleta testigo es de 7,98 %, mientras que en las galletas con sustitución con harina de cáscara de cacao muestran valores más altos de 9,80 y 9,81 % (harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 respectivamente); los mismo sucede con el contenido de fibra cruda y de cenizas, finalmente respecto al contenido

de carbohidratos la galleta testigo presenta más contenido respecto a las galletas en estudio. Los datos se muestran en el anexo 13.

Tabla 23

Composición químico proximal de las galletas con harina de cáscara de cacao

Componente %	Galleta testigo	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
Humedad	4,80 ^a ± 0,04	4,78 ^a ± 0,08	4,77 ^a ± 0,07
Grasa	11,70 ^a ± 0,20	11,26 ^b ± 0,05	11,29 ^b ± 0,02
Proteína	7,98 ^c ± 0,03	9,81 ^b ± 0,05	9,81 ^a ± 0,05
Fibra cruda	0,56 ^b ± 0,10	8,99 ^a ± 0,05	8,95 ^a ± 0,04
Ceniza	1,10 ^b ± 0,04	4,99 ^a ± 0,05	5,09 ^a ± 0,05
Carbohidrato	73,86 ^a ± 0,10	60,18 ^b ± 0,04	60,10 ^b ± 0,06

GHCCC= galleta con harina de cáscara de cacao Criollo; GHCCN= galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51.

Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$)

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de análisis de alimentos. UNDAC. La Merced.

4.3.5. Fracciones de fibra dietéticas en las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y de CCN 51

La tabla 24 y figura 23, muestran diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$), la galleta testigo presenta un valor fibra dietética total inferior de 4,43 % a comparación de los contenidos de 9,38 y 10,39 % para las galletas con incorporación del 20 % de harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51, los resultados para la fibra soluble e insoluble muestran la misma tendencia. Los datos se muestran en el anexo 14.

Tabla 24

Contenido de Fibra dietética total, soluble e insoluble en las galletas de mayor aceptación ((T3) y (T6): (80% harina de trigo/20% harina de cáscara de cacao)

Muestras	Fibra dietética total (%)	Fibra dietética soluble (%)	Fibra dietética insoluble (%)
Galleta testigo	4,43 ^c ± 0,05	1,01 ^c ± 0,07	3,42 ^c ± 0,19
GHCCC (T3)	9,38 ^b ± 0,01	3,02 ^b ± 0,09	6,36 ^b ± 0,36
GHCCN (T6)	10,39 ^a ± 0,02	3,47 ^a ± 0,05	6,92 ^a ± 0,20

GHCCC= galleta con harina de cáscara de cacao Criollo; GHCCN= galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51. Valores promedio con igual letra en la misma columna no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$)

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de la UNCP – Huancayo.

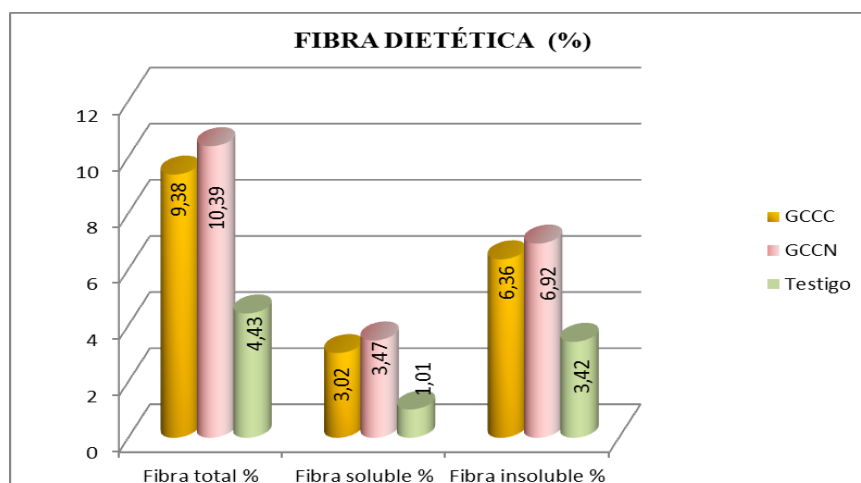


Figura 23. Esquema de comparación entre los contenidos de fibra total, fibra soluble y fibra insoluble de las galletas.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Evaluación del color en las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

La tabla 25 y figuras 24, 25 y 26 se muestran los resultados entre la galleta testigo y las galletas con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y

CCN 51. En la figura 27 el modo de obtención de los datos. Los datos se muestran en el anexo 15.

Tabla 25

Resultados análisis de color en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

	L*		
	10%	15%	20%
Testigo	80,23 ^a ± 0,00	80,23 ^a ± 0,00	80,23 ^a ± 0,00
GHCCC	67,13 ^c ± 0,19	62,87 ^b ± 1,33	59,71 ^b ± 0,65
GHCCN	69,11 ^b ± 0,61	63,69 ^b ± 0,23	59,96 ^b ± 0,28
	a*		
	10%	15%	20%
Testigo	-0,73 ^b ± 0,00	-0,73 ^b ± 0,00	-0,73 ^b ± 0,00
GHCCC	5,08 ^a ± 0,81	7,49 ^a ± 0,53	8,63 ^a ± 0,25
GHCCN	5,05 ^a ± 0,08	6,88 ^b ± 0,51	9,09 ^a ± 0,49
	b*		
	10%	15%	20%
Testigo	30,40 ^a ± 0,00	30,40 ^a ± 0,00	30,40 ^a ± 0,00
GHCCC	25,04 ^b ± 0,30	23,85 ^c ± 1,02	22,68 ^b ± 0,05
GHCCN	22,68 ^c ± 0,04	24,86 ^b ± 0,51	23,60 ^b ± 1,24

GHCCC= galleta con harina de cáscara de cacao Criollo; GHCCN= galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51. L* luminosidad, coordenada a* (color verde a rojo) y coordenada b* (color azul a amarillo). Valores promedio con igual letra en la misma columna no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey (P ≤ 0,05)

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de la - UNHEVAL- Huánuco.

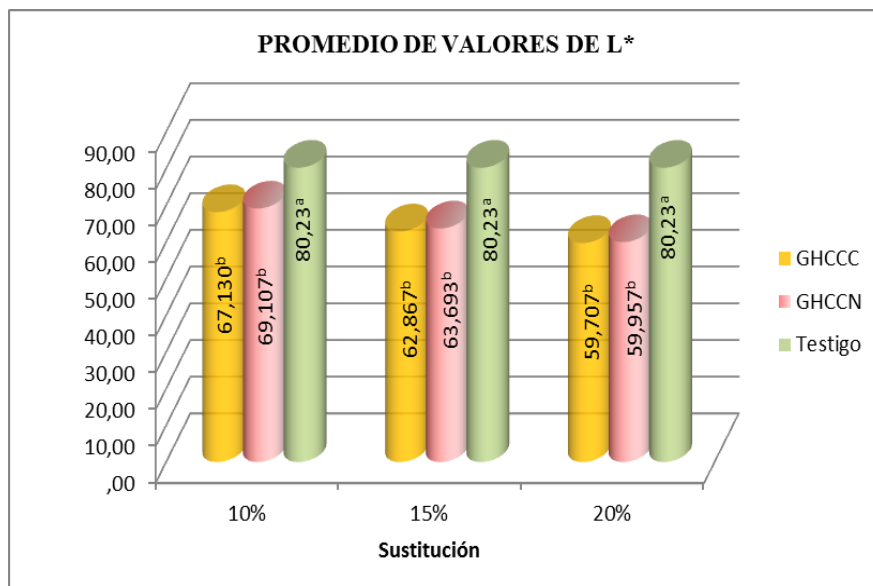


Figura 24. Promedio de valores de L* en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo (GCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GCCN) y galleta testigo.

Fuente: Elaboración propia.

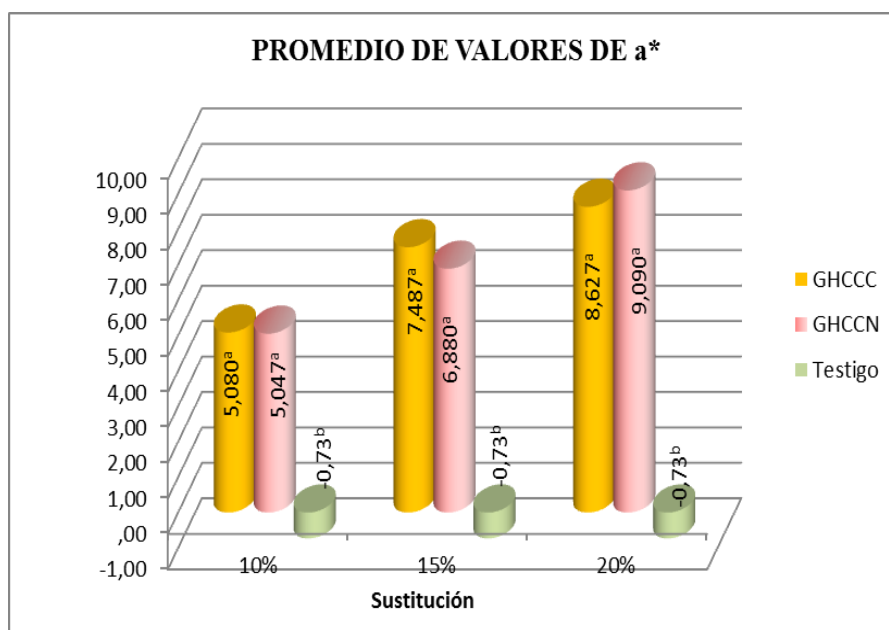


Figura 25. Promedio de valores de a* en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo (GCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GCCN) y galleta testigo.

Fuente: Elaboración propia

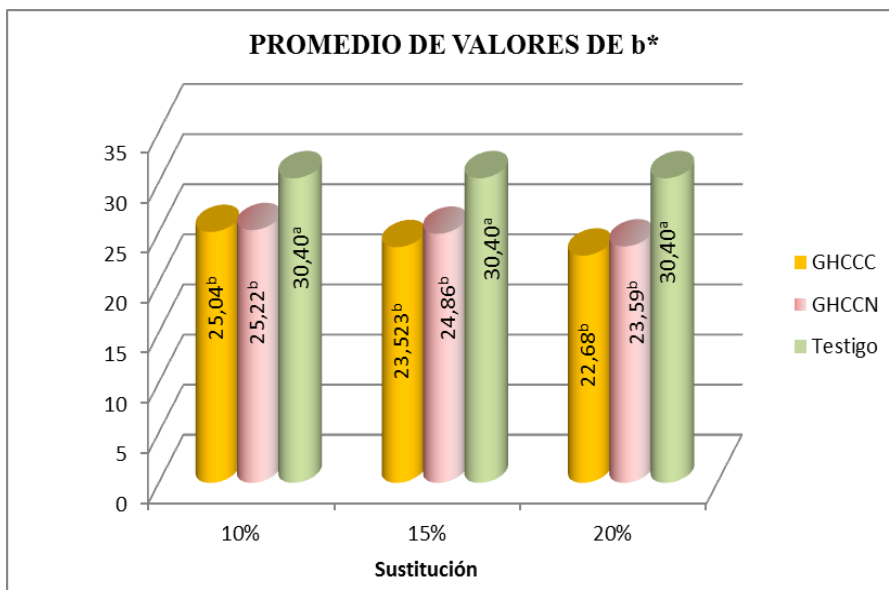


Figura 26. Promedio de valores de b* en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo (GHCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GHCCN) y galleta testigo.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Pruebas colorimétricas en galletas.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.7. Efecto de la sustitución sobre la dureza de la galleta con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

En la tabla 26 se muestran los valores medios de la fuerza máxima aplicada a las galletas para medir el parámetro dureza, se observa que los resultados varían según el grado de sustitución de la harina de cáscara de cacao, a mayor sustitución de la harina de trigo en las galletas la fuerza de rotura aumenta, también se observa que

entre la galleta T3 y T6, elegidas como los mejores tratamientos, no existe diferencias estadísticas significativas. En la figura 28 el modo de obtención de los datos. Los datos se muestran en el anexo 16.

Tabla 26

Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao criollo y CCN 51 en la dureza de las galletas

Muestras	% de sustitución	Fuerza máxima (N)
Galleta testigo	0%	61,68 ± 21,294
	10% (T1)	89,19 ^b ± 8,241
Galleta con harina de cáscara de cacao Criollo	15% (T2)	118,70 ^a ± 11,840
	20% (T3)	136,66 ^a ± 1,106
	10% (T4)	107,90 ^b ± 19,571
Galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51	15% (T5)	123,92 ^a ± 6,590
	20% (T6)	139,93 ^a ± 18,049

Resultados expresados como media y desviación estándar

Valores promedio con igual letra en la misma columna no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de la - UNHEVAL- Huánuco.



Figura 28. Pruebas de dureza en galletas.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.8. Compuestos bioactivos: Contenido de polifenoles, actividad antioxidante, contenido de carotenos y antocianinas en galletas con harina de cáscara de cacao

En la tabla 27, figuras 29 y 30 se muestran los resultados de polifenoles, antioxidantes, carotenoides y antocianinas en galletas sustituidas parcialmente con 20 % de harina de cáscara de cacao Criollo (T3) y harina de cáscara de cacao CCN 51 (T6), donde se observa que existe diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre las galletas con sustitución y la testigo. Los datos se muestran en el anexo 17.

Tabla 27

Contenido en polifenoles, actividad antioxidante, contenido de carotenos y antocianinas en galletas con harina de cáscara de cacao

Galleta	Polifenoles concentración (mgAGE/g muestra)	Actividad antioxidante IC ₅₀ (mg/mL)	Carotenoides (mg carotenos /100g muestra)	Antocianinas (µg cianidina - 3-glucósido/g)
GHT	3,42 ^c ± 0,19	0,00 ^c	0,22 ^c ± 0,01	0,00 ^c
GHCCC (T3)	17,32 ^a ± 0,35	1,59 ^a ± 0,01	0,85 ^a ± 0,02	327,33 ^a ± 8.50
GHCCN (T6)	13,61 ^b ± 0,38	2,05 ^b ± 0,05	0,67 ^b ± 0,02	282,67 ^b ± 9,61

GHT =galleta con harina de trigo, GHCCC=galleta con harina de cáscara de cacao Criollo y GHCCN = galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51. Resultados expresados como media y desviación estándar. Valores promedio con igual letra en la misma columna no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$).

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio Centro de investigación para el desarrollo biotecnológico de la Amazonía. UNAS-Tingo María

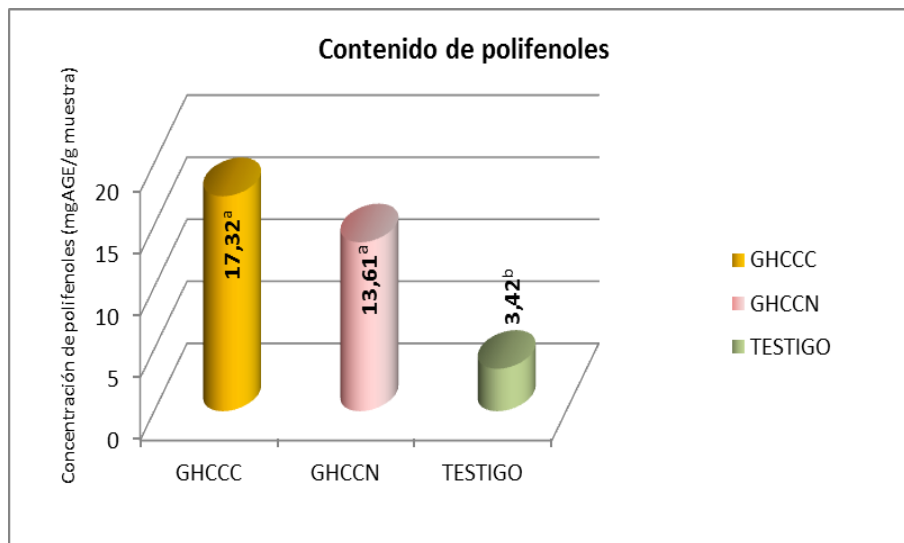


Figura 29. Comparación del contenido de polifenoles en las galletas sustituidas parcialmente con harina de cáscara de cacao Criollo (GHCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GHCCN) y galleta testigo.

Fuente: elaboración propia.

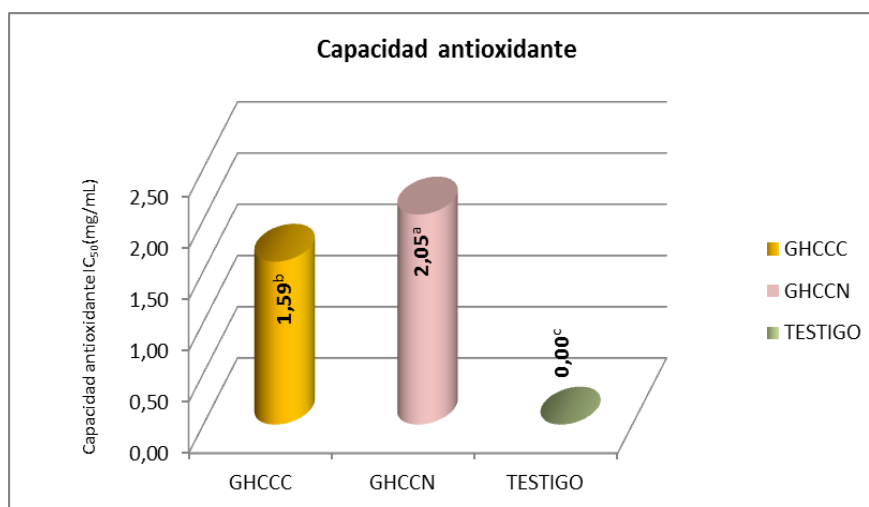


Figura 30. Comparación de la capacidad antioxidante en las galletas sustituidas parcialmente con harina de cáscara de cacao Criollo (GHCCC), galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 (GHCCN) y galleta testigo.

Fuente: elaboración propia.

4.3.9. Contenido de minerales en las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

Los resultados de los contenidos de minerales se resumen en la tabla 28 donde se observa que entre las galletas sustituidas con 20 % de harina de cáscara de cacao Criollo y las galletas sustituidas con 20 % de harina de cáscara de cacao CCN 51 no presentan mayores diferencias estadística significativa ($P \leq 0,05$), además los contenidos encontrados son mayores a las encontradas en la galleta testigo. Los datos se muestran en el anexo 18.

Tabla 28

Contenido de minerales en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Minerales	Galleta testigo	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
Fósforo (g/100 g)	0,07 ^b ± 0,01	0,12 ^a ± 0,02	0,14 ^a ± 0,01
Calcio (g/100 g)	0,47 ^b ± 0,02	0,53 ^a ± 0,02	0,52 ^a ± 0,01
Magnesio (g/100 g)	0,04 ^b ± 0,001	0,06 ^a ± 0,001	0,06 ^a ± 0,002
Potasio (g/100 g)	0,10 ^b ± 0,02	0,42 ^a ± 0,06	0,42 ^a ± 0,05
Sodio (g/100 g)	0,27 ^a ± 0,07	0,33 ^a ± 0,07	0,27 ^a ± 0,12
Cobre (ppm)	0,46 ^b ± 0,20	1,10 ^a ± 0,03	1,25 ^a ± 0,29
Hierro (ppm)	2,48 ^b ± 0,55	4,84 ^a ± 1,21	4,70 ^a ± 0,78
Zinc (ppm)	11,05 ^b ± 1,11	16,25 ^a ± 1,45	16,67 ^a ± 1,39
Manganeso (ppm)	1,86 ^b ± 0,17	10,26 ^a ± 0,52	9,43 ^a ± 0,31

GHCCC= galletas con 20% de harina de cáscara de cacao Criollo, GHCCN= galleta con 20% de harina de cáscara de cacao CCN 51 y GHT = galleta con harina de trigo. Valores promedio con igual letra en la misma fila no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$). Promedio de 3 repeticiones

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de suelos. UNAS-Tingo María.

4.3.10. Análisis microbiológicos en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

En la tabla 29 se muestran los resultados del análisis microbiológico obtenido de las galletas elaboradas con 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y harina de cáscara de cacao CCN 51.

Tabla 29

Resultado de los análisis microbiológicos en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Muestras	Numeración de <i>Escherichia coli</i> (m.o./g)		Investigación de <i>Salmonella sp</i> (m.o./g)		Numeración de Mohos y Levaduras (m.o./g)	
	Resultados	*Límites admitidos	Resultados	*Límites admitidos	Resultados	*Límites admitidos
GHCCC	Ausencia	3 - 20	Ausencia	Ausencia/25g	Ausencia	10 ² - 10 ³
GHCCN	Ausencia	3 - 20	Ausencia	Ausencia/25g	Ausencia	10 ² - 10 ³

GHCCC= galletas con 20% de harina de cáscara de cacao Criollo, GHCCN= galleta con 20% de harina de cáscara de cacao CCN 51

*Norma Sanitaria 071- RS N°591-2008/MINSA.

Fuente: Procedimiento experimental. Laboratorio de microbiología. UNAS-Tingo María.

V. DISCUSIÓN

5.1. DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

5.1.1. De las características físicas del fruto de cacao criollo y del cacao CCN 51

Según (Ayestas, 2009) caracterizando morfológicamente al fruto de cacao en Waslala Nicaragua, encontró un peso máximo de 1535 g y un mínimo de 252,30 g y (Robayo, 2015) validando métodos para determinación de pectina en cáscara de cacao indica que el clon CCN 51 tiene un peso promedio de 1041,50 g; los valores de las muestras analizadas en este estudio se encuentran dentro de los rangos previamente reportados.

Ardila y Carreño (2011) aprovechando la cáscara de la mazorca de cacao como absorbente indica que durante el proceso de la industria cacaotera se produce un 79 % en cáscara y placenta como desecho y (Barazarte, 2006) utilizando la cáscara de cacao como fuente de pectina indican que la cáscara de cacao y placenta representa 73,5 % del peso del fruto, valores similares a nuestros resultados y respecto al color del fruto maduro para el cacao criollo fue de color amarillo y para el clon CCN 51 rojo anaranjado intenso; (Bravo, 2010) en la evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao de seis clones y del cacao criollo indica que la madurez del cacao criollo se apreció por su cambio de pigmentación, de verde pasó al amarillo o al amarillo anaranjado pálido además (Jordán, 2013) analizando y validando un programa de rehabilitación en la post cosecha del cacao CCN 51 indica que las mazorcas de éste cacao son rojizo-naranja cuando están maduras, los colores que presentaron nuestras mazorcas concuerdan con lo reportado por estos autores

concluyendo que trabajamos con mazorcas maduras listas para el proceso del beneficio.

5.1.2. Del rendimiento en harina de cáscara de cacao

En el cacao criollo el rendimiento de harina a partir de la cáscara despulpada fue de 13,07 % (9,09 % rendimiento del fruto entero) y en el cacao CCN 51 fue de 12,54 % (9,90 % rendimiento del fruto entero). Al respecto (Barazarte, 2006) indica que generalmente el cacao Criollo se caracteriza por que las mazorcas son de paredes delgadas-medias y fáciles de cortar y (Cedeño, 2011) sostiene que el cacao CCN 51 es un árbol pequeño con mazorcas grandes (8 mazorcas =1 lb de cacao seco) en comparación con el índice promedio de 12 mazorcas =1 lb de cacao seco; de acuerdo a las características indicadas por los autores es que se observa variación en el rendimiento de harina de ambas cáscaras.

5.2. DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HARINAS DEL FRUTO DE CACAO

5.2.1. De la composición químico proximal de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Respecto a la humedad (Martínez, *et al.*, 2012) y (Vriesmann y Castanho, 2011) reporta valores mayores de humedad en cáscara de cacao de 6,53 y 8,50 % respectivamente, los valores encontrados cumple con lo establecido en la norma AOAC 925.09 que exige como máximo una humedad para harina de trigo de 15,5 %; además los bajos niveles de humedad previenen el ataque de bacterias y hongos (Espitia, Prado y Montalvo, 2013); en relación al contenido de fibra cruda (Larragán, 1958) reporta en la cáscara de la baya de cacao, según métodos de secado, rangos de entre 27,10 a 34,82 %, encontrándose nuestros resultados dentro de éstos parámetros,

pero por debajo de lo que reporta (Abarca, *et al.*, 2010) con 33,26 %. La variación encontrada entre ambos frutos es debido a las características de la cáscara, ya que se observó durante la obtención de harina que la cáscara de cacao Criollo era menos gruesa y ofrecía menor resistencia al quebrado que la del cacao CCN 51; el alto porcentaje de fibra indica que la cáscara del fruto de cacao es una fuente potencial de pectinas y otros agentes naturales como fibras (Vriesmann y Castanho, 2011); el contenido de fibra es elevado comparado con la de otras harinas integrales disponibles en el mercado: harina integral de trigo 6,5 a 9 %, harina integral de avena 6 a 7 %, y comparable a la harina de bagazo de uva tinta variedad Chardonnay 25 a 30 % (Urquiaga, 2014), encontrándose en las harinas de cacao alrededor de 90 veces más fibra que en la harina de trigo, lo que permite inferir que las harinas de cáscara de cacao pueden ser un ingrediente importante para la elaboración de un alimento funcional. En cuanto a las proteínas se observaron diferencias con la harina de trigo, pero se asemejan a los rangos que presenta (Vriesmann y Castanho, 2011) de 8,60 % y (Larragán, 1958) de 6,00 a 8,94 %. Los resultados encontrados son similares a las obtenidas en otros residuos de fuentes vegetales como en residuo fibroso de níspero 7,16 % y de cáscara de mango 6,79 % (Sánchez, 2005), su importancia radica principalmente en la fracción que pueda cuantificarse como proteína indigerible, debido a que si es resistente a la acción enzimática, esta podría formar parte de la fibra dietética (Priego, 2007 citado por Jibaja, 2014), además representa una condición importante para su uso potencial como fuente de proteína.

Los contenidos de cenizas están por debajo al presentado por (Martínez, *et al.*, 2012) de 8,32 - 8,42 %, pero por encima a lo reportado por (Vriesmann y Castanho, 2011) de 6,70 % en cáscara de cacao. La variación entre las variedades puede estar

influenciada por la composición del suelo en el cual fueron cultivadas cada una de ellas, los fertilizantes utilizados y otros factores ambientales. En relación al contenido de grasa presentaron valores inferiores a lo reportado por (Martínez, *et al.*, 2012) ($2,34 \pm 0,08$ %) pero por encima a lo reportado por (Vriesmann y Castanho, 2011) ($1,5 \pm 0,13$ %). Resultados similares son reportados por (García, 2003) en cáscara de mango criollo (1,98 %). Es importante señalar que las (Fichas técnicas de alimentos, 2014) no establecen valores para el contenido de grasa en harinas de trigo; finalmente el contenido de carbohidratos de las harinas muestra un contenido inferior a la que presenta una de harina de trigo. Se debe de tener en cuenta que el factor genético tiene un efecto importante en la composición química, sin embargo, sumado a que el cacao Criollo es una variedad y el CCN 51 es un clon, otros factores tales como el tipo de suelo, condiciones de fertilización, preparación del terreno y fecha de siembra, entre otros, pueden contribuir a estos resultados, concluyendo que se trata de un material de elevada calidad nutricional.

5.2.2. Del pH y acidez de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN

51

Debido a que no existe información del valor de pH de harina de cáscara de cacao es posible compararla con lo que reporta (Caballero, Hernández y Avendaño, 2014) quienes reportan valores de pH de la testa de 4,90 - 5,70 y cotiledón de 5,30 - 6,90 durante la fermentación del grano de cacao al primer día de fermentación, de igual forma (Bravo, 2010) reporta un rango de pH de granos de cacao a los 0 días de fermentación de 5,28 - 5,99, la comparación se efectúa porque al día 0 o al primer día de fermentación del grano de cacao su pH puede asemejarse a la cáscara del fruto, estando los valores encontrados en esta investigación dentro de los rangos

presentados por los autores mencionados; al comparar el pH con una harina de cáscara de fruta es posible hacerlo con el trabajo que realizó (Pesantes, 2014) con la cáscara de tuna, quien indica que la harina de tuna presentó un pH de 5,60 y que se encuentra dentro del rango estipulado para harinas sucedáneas que es de 5,50 a 6,50, estando nuestros valores dentro de éste rango. Quizhpi (2016) indica que alimentos con valores de pH menores de 4,5 son considerados ácidos y con valores mayores, alimentos no ácidos, por lo tanto, las muestras de harinas de la cáscara de los frutos de cacao son productos no ácidos.

Las Fichas técnicas de alimentos (2014) indican que la acidez de una harina de cereal debe ser menor o igual a 0,40 %, comparándola con esta harina se observa que cumplen con los requisitos, encontrándose la acidez de la harina de cacao criollo dentro de este rango mientras que la harina de cacao CCN 51 sobrepasa mínimamente al máximo permitido debido a la variedad de cacao utilizada. Los requisitos para evaluar las características fisicoquímicas de la harina de trigo provienen de la NTP (INDECOPI) 205.027:1986 que indica que la acidez para una harina especial debe de ser máximo 0,10 %, harina extra máximo 0,15 % y para la popular, máximo 0,16 % expresada en ácido sulfúrico, estando la harina de trigo utilizada dentro del rango permitido, además el ambiente ácido de las harinas va a retrasar el desarrollo de los microorganismos (Pascual y Zapata, 2010).

5.2.3. Granulometría de la harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

La importancia de la caracterización granulométrica está relacionada con la difusividad del agua en las partículas, es decir, con la capacidad de la harina para absorber agua, que dependiendo del tamaño pueden absorber mayor o menor

cantidad de agua durante el acondicionamiento de la materia prima. Las partículas con tamaños más pequeños absorben proporcionalmente más agua y más rápidamente, que las partículas con mayor tamaño, lo que se debe a que hay una mayor área superficial para interactuar con las moléculas de agua. Sin embargo, la uniformidad de la granulometría es más importante que el tamaño de las partículas, debido a que favorece la distribución uniforme del agua en la masa (Schmiele *et al.*, 2011 citado por Cárdenas, Arrazola y Villalba, 2015). Respecto a los resultados de finura obtenidos, De Prada (2011) considera que el módulo de finura igual a 5,00 como “muy grueso”, de 4,10 como “grueso”, de 3,20 como “mediano” 2,30 como “fino” y 1,50 como “muy fino”; encontrándose nuestros resultados entre mediano y grueso; y si se tiene en cuenta la norma del Codex 155-1985 (Rev. 1 -1995) para el maíz, considera “harina” respecto a la granulosis, cuando el 25 % o menos pasa por un tamiz de 0,210 mm (metodología analítica AOAC 965.22); nuestras muestras se encuentran dentro del rubro “harina” porque el 61,44 % (harina de cáscara de cacao Criollo) y el 52,89 % (harina de cáscara de cacao CCN 51) pasaron por el tamiz de 250 μm (0,250 mm) o en su defecto el 73,92 % y el 63,51 % harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 respectivamente pasaron por el tamiz de 180 μm (0,180 mm). De acuerdo al módulo de finura y de la uniformidad de los granos, las harinas de cáscara de cacao difieren a lo mencionado por (Cárdenas, 2015) ya que al ser buenas fuentes de pectinas (Vriesmann y Castanho, 2011) y por la presencia de grasa (Tabla 9) en vez de absorber menos agua absorben más agua que la harina de trigo.

5.2.4. Colorimetría de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

En relación a la luminosidad (L^*), la muestra control fue más clara 96,33 seguida de las harinas de cáscara de cacao cuyos valores fueron 71,17 y 70,63 para la harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 respectivamente indicando una mayor tendencia al color oscuro, no observándose diferencias a ($P > 0,05$) entre ambas. Los valores obtenidos de a^* para la muestra control fue de 0,56 indicando una ligera tendencia al color verde y para las muestras de harinas de cáscara de cacao fueron de 5,61 y 5,73 para harina de cáscara de cacao Criollo y harina de cáscara de cacao CCN 51 respectivamente, mostrando ambas una tendencia al color rojo, no observándose diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre ellas. Los valores para b^* fueron de 5,97, 22,84 y 22,31 para harina de trigo, harina de cáscara de cacao Criollo y harina de cáscara de cacao CCN 51 respectivamente, indicando los tres casos una tendencia al color amarillo, con mayor intensidad en las harinas de cáscara de cacao, observándose diferencias a ($P \leq 0,05$) entre ellas. Los valores de luminosidad más bajo de las harinas de cáscara de cacao que la harina control puede atribuirse al contenido de carotenoides y polifenoles presentes en las harinas.

5.2.5. De la caracterización farinográfica de las harinas

Aristizábal y Henao (2004) indica que la absorción de agua se da hasta alcanzar una determinada consistencia y el aumento en la absorción de agua favorece el proceso de elaboración de más productos, dado que cuanto más agua absorba una harina más cantidad de productos se podrán obtener. De Prada (2011) indica que la absorción de agua es un indicador de la habilidad de la harina para retener agua mientras mantiene su consistencia que representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia de 500 unidades farinográficas en el amasado y que los niveles típicos

de absorción para harinas panaderas van de 58 % a 66 % concluyendo que las harinas de trigo con sustitución de 10 y 15 % por harina de cáscara de cacao tienen mayor capacidad de absorción de agua que la harina de trigo. Pascual y Zapata (2010) indica que, a mayor sustitución, mayor fuerza de la harina, por lo que se incrementa el tiempo; y (De Prada, 2011) señala que un tiempo de desarrollo de 2 a 3 minutos se considera una harina normal, mayor a 4 minutos una harina fuerte y menor a 4 minutos una harina floja; la combinación harina de trigo - harina de cáscara de cacao la hace una harina fuerte.

De Prada (2011) indica que la estabilidad es el intervalo entre el tiempo de llegada y el tiempo de salida (tiempo durante el cual la curva, después de haber llegado a su altura máxima, se mantiene visiblemente horizontal). A esto también se le llama Tolerancia de la harina al sobremezclado o al submezclado. Un valor alto significa que la harina es más tolerante, es decir una estabilidad mayor a 10 minutos es considerada una harina óptima, mayor a 7 minutos harina buena, mayor a 5 minutos harina discreta, mayor a 3 minutos harina mediocre y mayor a 2 harina baja. Arroyave y Esgerra (2006) señala que una vez que la masa fermentada ha adquirido sus cualidades plásticas óptimas, las conserva durante un tiempo más o menos largo, al cabo del cual pierde su tenacidad y extensibilidad, se torna incapaz de resistir la presión de gas carbónico producido en su interior, decae su volumen y proporciona un pan pequeño y de inferior calidad; de acuerdo a lo afirmado por éstos autores cuando se sustituye 10 o 15 % de harina de cáscara de cacao Criollo podemos considerarla una mezcla de “harina buena”, con buena tolerancia y resistente al trabajo mecánico; la sustituida con 20 % una “harina baja” (2,2 minutos) menos tolerante al amasado en proceso, respecto a la sustitución con harina de cáscara de

cacao CCN 51 las de 15 y 20 % se pueden considerar “harinas óptimas” capaces de soportar fermentaciones largas y la sustituida con 10 % una “harina discreta” con una estabilidad baja.

5.2.6. De compuestos fenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en harina de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Los valores de contenido de polifenoles totales son más altos a lo reportado en otras partes del cacao por ejemplo (Soto, 2012) reporta un contenido de polifenoles en diferentes muestras de cascarilla de la semilla de cacao, en un rango de 25,09 a 24,03 mg AGE/g y (Gil, 2012) en semillas de muestras de cacao desengrasadas y no desengrasadas 49,9 y 48,8 mg AGE/g respectivamente, de esta manera se puede afirmar que la cáscara de cacao posee características funcionales más alta que otras partes del fruto; destacándose esta propiedad ya que las cáscaras representan residuos de la producción de cacao en la que solo se aprovecha los granos para la producción de chocolate.

Ambas harinas contienen mayor actividad antioxidantes que los productos comerciales elaborados a partir de cacao como lo reporta (Perea, Ramírez y Villamizar, 2009) quien indica que el chocolate amargo con 400 $\mu\text{g}/\text{mL}$ tiene mayor poder antioxidante que un chocolate de elaborado a partir de polvo de cacao y grasa vegetal (1850 $\mu\text{g}/\text{mL}$), chocolates clavos y canela (1250 $\mu\text{g}/\text{mL}$), chocolate con azúcar (1200 $\mu\text{g}/\text{mL}$) e incluso de las semillas de cacao secas y fermentadas (380 $\mu\text{g}/\text{mL}$). Nuestros resultados nos permiten afirmar que existe una correlación entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante por lo que es de esperar que a mayor contenido de polifenoles haya mayor actividad antioxidante, por lo que se

infiere que podría tener efectos benéficos para la salud similares a ciertas frutas, vegetales, plantas y vinos, y su posible uso como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de gran utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (González, 2013 citado por Delgado, 2016).

El contenido de carotenoides es inferior a lo reportado en harina de cáscara de mango Var. Tommy Atkins, secadas por liofilización que muestra un valor de 17,397 mg/100 g (Serna, Torres y Ayala, 2015); en harina de cáscara de naranja cajera, Pineapple y california que muestran valores de 10,30, 11,00 y 12,00 mg/100 g respectivamente (Moreno, Belén, García y Mendoza, 2006); pero el contenido de estos pigmentos encontrados en las harinas de cacao son cantidades importantes considerando que el ser humano no puede sintetizar carotenoides, por lo tanto, depende de la dieta alimentaria para obtener niveles suficientes de los mismos; además (Burgos y Calderón, 2009) indican que las frutas y verduras son la fuente primaria de carotenoides en la dieta humana y su composición ha sido asociada con beneficios a la salud y poseen una importante capacidad antioxidante ya que interaccionan con el oxígeno, concluyendo que nuestras harinas provenientes de la cáscara del fruto de cacao son fuentes primarias de carotenoides.

Los contenidos de antocianinas en las muestras son mayores a los que muestra (Zapata, *et al.*, 2015) en granos de cacao CCN 51, con valores de 0,99 y 0,82 mg de cianidina-3-glucósido/g, en granos sin tostar y tostados respectivamente, además indica que existe una disminución después del proceso de tostado y que esto puede deberse a la inestabilidad de las antocianinas a las altas temperaturas utilizada para tostar los granos; y (Chávez y Ordoñez, 2013) indican que la presencia de cianidina-

3-glucósido da el mayor poder radical lo que confiere la mayor capacidad antioxidante, ambas harinas presentan altos contenidos de antocianinas por que el secado de las cáscaras se realizó a 50°C por ende presenta capacidad antioxidante.

5.2.7. De la fibra dietética soluble e insoluble de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Respecto a la fibra soluble la harina de cáscara de cacao CCN 51 presenta mayor cantidad de 3,47 % frente a 3,02 % de la harina de cacao Criollo, contenidos inferiores a lo reportado por (Cañas, Restrepo y Cortez, 2011) que en su investigación sobre productos vegetales como fuentes de fibra, entre ellas la cáscara del cacao, indicando un contenido de 10,09 % de fibra soluble pero respecto a la fibra insoluble nuestros contenidos se asemejan porque presenta un contenido de 50,42 % y si lo comparamos con la investigación de (Martínez, *et al.*, 2012) nuestros contenidos son muy parecidos sobre el contenido de fibra insoluble en la cáscara de cacao, ya que reportan 51,98 % y de igual forma con el contenido de fibra soluble que reportan 4,12 %. La presencia de fibra soluble ha estado asociada a favorecer la disminución de la absorción y aprovechamiento de la glucosa, colesterol y triglicéridos en el aparato digestivo, reduciendo así el riesgo de padecer enfermedades del corazón y diabetes (Manrique y Lajolo, 2001); y (Cañas, *et al.*, 2011) señala que la capacidad antioxidante de la fibra dietaria (FD) y sus propiedades fisicoquímicas en cáscarilla de cacao, hacen que este subproducto sea adecuado para ser usado en la preparación de alimentos bajos en calorías, tales como: galletas de chocolate, tortas de chocolate, suplementos de chocolate dietéticos, entre otros, donde el color y el sabor de la FD de cacao son aspectos ventajosos. Se concluye que nuestras harinas son una buena fuente de fibra dietaria debido a que se

enmarca en el enunciado de que “un alimento es considerado una buena fuente de fibra dietaria si su contenido de fibra dietaria total está entre el 25 - 60 %” (Figuerola, 2008).

5.2.8. Del contenido de minerales de las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Los contenidos de Nitrógeno, Cobre y Manganeso presentes en la harina de cacao Criollo son los minerales que muestran valores mayores a los de la harina de cacao CCN 51, y sucede lo contrario con los demás minerales como Fósforo, Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio, Hierro y Zinc que presentan mayor concentración en la harina de cacao CCN 51 que en la de cacao Criollo. Perea, *et al.*, (2012), indica en granos de cacao Criollo y CCN 51 fermentados y secos contenidos de Fósforo de 0,34 y 0,42 g/100 g, de Potasio 1,3 y 0,86 g/100 g, de Hierro 1,2 y 1,1 ppm y de Zinc 4,0 y 7,9 respectivamente, siendo estos valores inferiores a los encontrados en la harina de cáscara de ambos cacaos que presentan 0,57 y 0,70 g /100 g de Fósforo; 3,00 y 3,70 g/100 g de Potasio; 19,66 y 20,82 ppm de Hierro y 176,18 y 182,14 ppm de Zinc, sucede lo contrario con el Magnesio con valores de 0,29 y 0,21 g/100 g que es superior a los 0,042 y 0,046 g/100 g de las harinas de las cáscara de cacao Criollo y CCN 51 respectivamente. De acuerdo a estos resultados se puede afirmar que en las cáscaras de cacao hay más minerales de Fósforo, Potasio, Hierro y Zinc que en los granos de cacao, pero menor contenido de Magnesio. Comparando los resultados obtenidos con la harina de trigo (INCAP, 2012) reporta Fósforo 0,108 g/100 g, Calcio 0,015 g/100 g, Magnesio 0,022 g/100 g, Potasio 0,10 g/100 g, Sodio 0,002 g/100 g, Hierro 11,7 ppm y Zinc 7 ppm; se evidencia que en las harinas de cáscara de cacao un contenido de hasta 5 veces más de Fósforo (0,57 - 0,75 g/100 g), 40 veces

más en Calcio (0,62 - 0,70 g/100 g), el doble de Magnesio (0,042 – 0,046), 30 veces más de Potasio (3,0 - 3,0 g/100 g), 80 veces más de Sodio (0,17 - 0,21 g/100 g) casi el doble de Hierro (19,66 - 20,82 ppm) y 25 veces más de Zinc (16,18 - 181,14 ppm). Además las harinas de cáscara de cacao aportarían aproximadamente el 50 % del RDA (recommended dietary allowances) (dieta recomendada) de Calcio y Fósforo, aproximadamente el 10 % de Magnesio, 20 % de Hierro y se cubriría las necesidades de Zinc según la guía de alimentación y salud (UNED, 2014).

5.2.9. Evaluación microbiológica de las harinas de cáscara de cacao

En lo que respecta a los análisis microbiológicos, en la tabla 14 se muestra que en la numeración de *escherichia coli*, *Salonella sp* y numeración de mohos y levaduras en ambas harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 tienen una calidad microbiológica dentro de los rangos aceptable ya que cumplen con lo espaturado por la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA (MINSA, 2008) se puede indicar que no existe alteración del producto porque respecto a mohos y levaduras en la harina de cáscara de cacao Criollo hay ausencia y en la del cacao CCN 51 se observó 1 microorganismo por gramo de muestra y que hay ausencia de microorganismos indicadores de higiene como *escherichia coli*, *Salonella sp*, estando las harinas aptas para el consumo humano.

5.3. DE LA EVALUACIÓN DE LAS GALLETAS DULCES ELABORADAS

5.3.1. De la evaluación sensorial de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

En la evaluación del atributo color se observa una puntuación de 6,08 para T1 y 6,16 para T2 y T3 en la que la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de

cacao Criollo es de 10, 15 y 20 % respectivamente, de igual forma sucede con los tratamientos T4, T5 y T6 con puntuaciones de 6,04, 6,00 y 6,04 que corresponde a la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao CCN 51 en 10, 15 y 20 %, todas las galletas presentan valores de alto grado de aceptabilidad respecto a este atributo y según la escala hedónica utilizada se encuentran dentro del rango de **me gusta**.

Para el atributo sabor y aroma no se exhibió diferencias significativas entre los seis tratamientos donde se observan puntajes de entre 5,56 a 5,60, lo que indica que el efecto de sustitución de las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 no difieren entre ellos y según la escala hedónica utilizada se encuentran dentro del rango de **me gusta poco y me gusta**.

Respecto al atributo textura para los tratamientos T1, T2 y T3 que corresponde a las galletas elaboradas sustituidas con harina de cáscara de cacao Criollo exhibió valores de entre 4,92 a 4,96 y para los tratamientos T4, T5 y T6 que corresponde a las galletas elaboradas sustituidas con harina de cáscara de cacao CCN 51 exhibió valores de entre 4,92 a 5,00 puntuaciones que indican que los catadores encontraron a las galletas un poco más duras que la galleta testigo debido a la presencia de fibra dietaria y según la escala hedónica utilizada se encuentran dentro del rango de **me gusta poco**.

En la evaluación de aceptación general de las galletas por parte de los evaluadores no se evidencia diferencia significativa entre tratamientos, lo que nos indica que entre las sustituciones utilizadas la percepción global es semejante mostrando valores de

5,52 y 5,56 y según la escala hedónica utilizada se encuentran dentro del rango de **me gusta poco y me gusta.**

Con los resultados obtenidos, considerando todos los atributos evaluados y al no existir diferencias significativas entre las galletas evaluadas, se designó los tratamientos T3 galleta con 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de cacao Criollo y el T6 galleta con 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao CCN 51 como los mejores tratamientos e idóneos para los consumidores potenciales, bajo el criterio de buscar un alimento (galleta) funcional que sea beneficioso para la salud del consumidor, esto debido a los contenidos de fibra, minerales, proteínas, polifenoles y antioxidantes presentes en el producto.

5.3.2. De las características físicas de las galletas

Respecto al diámetro, estadísticamente no presentan diferencias ($P > 0,05$) pero es la galleta testigo la que mantiene el diámetro del molde a diferencia de las otras que tienden a encogerse por lo que tienen el diámetro menor y respecto del espesor, la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao en la cantidad de un 20 % se observó un leve aplastamiento de las galletas, como consecuencia, disminuyó el factor de expansión. La disminución de la expansión de galletas a medida que aumenta el nivel de sustitución parcial de harina de trigo por fuentes de fibras, ha sido estudiada por (Jeltema *et al.*, 2003 citado por Macías, *et al.*, 2013), quienes encontraron que el factor de expansión disminuyó progresivamente en el siguiente orden de sustitución de ingredientes tipo fibra: avena (10,5), soya (9,8), trigo (9,0) y maíz (8,2); asimismo, demostraron que este factor se correlaciona con los

componentes de la fibra (celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina). Las harinas de cáscara de cacao son pobres en contenido de proteínas y muy ricas en fibras (aproximadamente 8 % y 30 % respectivamente) por lo que guarda relación con lo mencionado por Macías, y con los resultados encontrados por (Gutiérrez, Treto, Frías, Pérez y Guajardo, 2016) que muestra valores del factor de expansión en las galletas elaboradas con harina de maíz con diferentes niveles de almidón modificado, control 124,11; T1 108,33, y T3 87,64.

5.3.3. Del pH, Acidez e índice de peróxidos de las galletas

El porcentaje de acidez (expresado en ácido láctico) muestra mayor acidez en las galletas con sustitución siendo de 0,090 y 0,092 en comparación a la galleta testigo de 0,079; la diferencia es concordante teniendo en cuenta que las harinas de cáscara de cacao son más ácidas que la harina de trigo. Las (Fichas técnicas de alimentos, 2014) indica que las galletas dulces deben presentar como máximo una acidez de 0,10 % expresada en ácido láctico; por la que las tres se encuentran dentro de las especificaciones señaladas y no mostraron diferencias estadísticas según tuckey ($P > 0,05$) entre ellas.

El índice de peróxido se expresa como los miliequivalentes de peróxidos presentes en 1 Kg de aceite o grasa, y brinda información sobre el grado de oxidación de un aceite; las galletas con harina de cáscara de cacao presentan 2,78 y 2,82 meq O_2 / kg de grasa presente en el producto, valores por debajo a lo presentado por la galleta testigo con un 3,41 meq O_2 / kg, lo que indica que las galletas con sustitución tienen menos riesgo de oxidación es decir bajo grado de rancidez o deterioro. MINSA (2010) indica que el límite máximo permisible de índice de peróxido para las galletas

es de 5 mg O₂/kg y las (Fichas técnicas de alimentos, 2014) indican un máximo de 5 meq/ kg; los valores encontrados son menores a lo indicado por ambas normas pero mostraron diferencias estadísticas según tuckey ($P \leq 0,05$) entre la galleta testigo con las galletas con sustitución de la harina de trigo; estando los valores encontrados por debajo de la norma lo que le da a las galletas un grado de estabilidad y un tiempo de vida útil en el que permanecerá exento de rancidez.

5.3.4. De la composición químico proximal de las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

Para el contenido de humedad no existen diferencias significativas entre las galletas con sustitución de 20 % de harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 y la galleta testigo encontrándose en un rango de 4,77 a 4,80 %; las tres galletas se encuentran dentro de los límites señalados por la (Fichas técnicas de alimentos, 2014) para galletas la cual es de 12 %. A menor contenido de humedad en el producto, existe menor actividad de agua y por ende se obtiene una mayor seguridad en la conservación de las galletas.

Respecto al contenido de grasa, la diferencia encontrada entre la galleta testigo y las galletas en estudio se debe principalmente a que ambas harinas contienen gran cantidad de fibra y según (Matos y Chambilla, 2010) las partículas con gran superficie como las fibras 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, además han observado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción de grasa que las fibras solubles, sirviendo como emulsificante, comportamiento mostrando en las galletas porque

disminuyó el contenido de grasa habiéndose utilizado la misma cantidad de grasa para todos los tratamientos.

Los valores superiores de proteínas en las galletas con sustitución se deben al aporte de proteínas de las harinas de cáscara de cacao. Según los requisitos de la norma (INEN 2085:05, 2005) el porcentaje de proteínas para galletas indica que debe de contener mínimo 3 %, evidenciando la incorporación de harina de cáscara de cacao mejora de manera significativa el contenido de proteínas superando los rangos establecidos.

En el caso de la fibra cruda, la inclusión de la harina de cáscara de cacao incrementó 17 veces el contenido de fibra de las galletas, este incremento se debe a que las mismas poseen aproximadamente 30 % de fibra.

El mayor contenido de cenizas en las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de cacao se debe a su contenido de minerales. Fichas técnicas de alimentos (2014) y MINSA (2010) indican un contenido de cenizas totales en galletas máximo de 3 %; los valores encontrados en las galletas se no se encuentran dentro del límite permisible, pero se debe a que las harinas son ricas en cenizas.

Para el contenido de carbohidratos, es menor en las galletas con harina de cáscara de cacao en comparación a la galleta testigo, esto es lógico si se toma en cuenta que las harinas de cáscara de cacao contienen bajo contenido de carbohidratos (48,13 y 4,32

% en cacao Criollo y CCN 51 respectivamente), mientras que la harina de trigo posee un contenido de 76 % de carbohidratos.

5.3.5. De las fracciones de fibra dietéticas en las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

El contenido de fibra dietética en las galletas con sustitución de harina de cáscara de cacao presentan valores altos y le confiere las características de ser un alimento enriquecido de fibra dietética debido a que supera el valor de 6 % establecido para un producto de este tipo (Cevallos, *et al.*, 2010); el contenido de fibra insoluble en las galletas le atribuye actividad biológica preventiva por que son capaces de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal, por lo que lo hace un alimento funcional (Escudero y Gonzales 2006); además para el mantenimiento de la salud se recomienda un consumo diario de 25 a 30 g/día de fibra (Prieto y Villaseñor, 2009) y se estaría contribuyendo con las galletas a cubrir la demanda de fibra en la dieta.

5.3.6. De la evaluación colorimétrica en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51

En relación al parámetro L* la galleta testigo con 100 % harina de trigo fue más clara obteniendo un puntaje 80,23 y más oscuras fueron las galletas con sustitución de harina con cáscara de cacao, con sustitución de 10 % los valores fueron de 68,130 y 69,107, con 15 % de 62,867 y 63,693 y con 20 % de 59,707 y 59,957 para harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 respectivamente; se observa que según aumenta

el grado de sustitución el color se va haciéndose más oscuro, esto puede ser debido al color oscuro de las harinas, además (Pesantes, 2014) indica que durante el horneado se desarrollan las coloraciones pardas y oscuras por reacciones de pardeamiento no enzimático por parte de los azúcares y proteínas conocidos como reacción de Maillard. La disminución de la luminosidad se asemeja a los valores obtenidos por (Rodríguez, 2014) en sus galletas usando harina de cáscara de papa: harina de papa (30:70) en una sustitución del 25 % con valores de 57,78; de igual modo (Kohajdová, Karovicová, Jurasová y kukurová, 2011) observó que a mayor sustitución de harina de trigo por harina de fibra de manzana en galletas los valores de L^* van disminuyendo.

Respecto al parámetro a^* que se refiere a la cromaticidad de los colores verde (-) y rojo (+), los valores pasan de un valor negativo para el testigo - 0,73 color tendiendo al verde a positivos tonos rojizos, con promedios de 5,08, 7,49 y 8,63 para galletas con sustitución con harina de cáscara de cacao Criollo y 5,05, 6,88 y 9,09 para galletas con sustitución con harina de cáscara de cacao CCN 51, en sustituciones de 10, 15 y 20 % respectivamente, mostrando diferencias estadísticas según tuckey ($P \leq 0,05$) entre ellas. El color de las harinas de cáscara de cacao y conforme aumenta la sustitución de la harina de trigo hace que estos valores aumenten. Pesantes (2014) en galletas con harina de pulpa de tuna púrpura evidencia también esta tendencia conforme aumenta la sustitución aumenta el matiz.

Los valores de b^* , todos positivos van disminuyendo, esto indica que la fuerza del color amarillo va disminuyendo conforme se reduce la sustitución de la harina de trigo ya que este valor b^* mide el color azul y amarillo tomando valores de (-) azul

y (+) amarillo, las galletas con harina de cáscara de cacao fueron más amarillas que el testigo y podría estar relacionada con la proporción de sustitución de las harinas y por el color más oscuras que la harina de trigo.

Los tratamientos escogidos como los mejores T3 (20 % de sustitución de harina de cáscara de cacao Criollo) y T6 (20 % de sustitución de harina de cáscara de cacao CCN51) están con menor luminosidad (L^*) y en los parámetros cromáticos (a^* y b^*) se observa que ambos aumentan a medida que lo hace la cantidad de sustitución, pero no son significativamente diferentes.

5.3.7. Efecto de la sustitución sobre la dureza de las galletas

Los valores de dureza de 136,66 y 139,93 N son inferiores a los resultados encontrados por (Sanhueza, 2007) en galletas elaboradas con harina de quínoa, harina de quínoa pregelatinizada y nuez molida sin incorporación de harina de trigo, con un nivel de dureza de 247,9 N. Gonzales (2007) menciona que el incremento de la firmeza en galletas, se debe a que las harinas de remanentes de la industria como las cáscaras tienen alto contenido de fibra insoluble (lignina y celulosa), que producen un reforzamiento de la estructura desarrollada por los almidones, haciendo que el producto sea más firme; de igual manera (Herrera 2009 citado por Contreras, 2015) menciona como una posible explicación a este efecto, a la disminución del gluten conjuntamente con el impedimento del acceso del agua hacia la harina de trigo que se está sustituyendo, ocasionado por las proteínas diferentes del gluten y almidones lo que se traduce en un mayor grosor de la corteza de la galleta y de esta forma influye en la dureza y (Chávez, Flores y Gallardo, 2006) indica que la incorporación de fibra en los alimentos industrializados responde a las recomendaciones de los especialistas en nutrición para aumentar el aporte cotidiano

de fibra y que representa una oportunidad para los productores de cereales y hortalizas así como para la industria procesadora para utilizarla en diversos subproductos. Se observa que existe una correlación directa entre la cantidad de harina sustituida con la fuerza máxima aplicada; a mayor sustitución mayor fuerza, también afectó la dureza de las galletas el grosor y el contenido de proteínas de las harinas de cáscara de cacao ya que según (Gupta *et al.*, 2011 citado por Torres, Torres, Acevedo y Gallo, 2015) la dureza de las galletas es causada por la interacción de las proteínas y el almidón.

5.3.8. Del contenido de polifenoles, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en galletas con harina de cáscara de cacao

El contenido de polifenoles, que se muestra en la figura 13, presenta para la galleta con harina de cáscara de cacao Criollo 17,32 y con harina de cáscara de cacao CCN 51 13,61 mg AGE/g respectivamente, contenidos comparables con frutas como grosella roja con 12,6, fresas con 14,8 y frambuesa con 16,2 mg AGE/g (Muñoz y Ramos 2007); la presencia de cantidad considerable de polifenoles en las galletas sustituidas se debe a la utilización de la cáscara del fruto de cacao que según (Cárdenas, *et al.*, 2015) los compuestos fenólicos se encuentran preferentemente en la cáscara y las semillas y en una menor medida, en la pulpa de los frutos. El consumo de éstas galletas es importante porque (Gutiérrez, 2002) indica que cantidades significativas de sustancias fenólicas activas deben estar presentes en la dieta humana y que hoy se reconoce que una fracción de los polifenoles es capturada por las células de la mucosa del sistema alimentario proximal, y ellos o sus metabolitos son detectados en el plasma a concentraciones micromolares varias horas

después de su administración por vía oral y pueden estar envueltos directamente en las defensas antioxidantes in vivo.

En la figura 14 se observa el contenido de la capacidad antioxidante de las galletas, las que se sustituyeron con un 20 % de harina de cáscara de cacao Criollo muestra un resultado de 1,59 de captación al radical libre DPPH y las sustituidas con harina de cáscara de cacao CCN 51 un resultado de 2,05 de captación al radical libre DPPH medida IC_{50} (mg/ml) respectivamente, observándose además que existe diferencias estadísticas al ($P \leq 0,05$) entre ellas, la que presenta mayor capacidad antioxidante es la galleta elaborada con harina de cáscara de cacao Criollo que mostró un valor más bajo de IC_{50} y es la que tiene mayor cantidad de compuestos fenólicos. El IC_{50} mide la efectividad de un compuesto para inhibir una actividad biológica y/o bioquímica, es decir mide la concentración de los extractos vegetales necesarios para disminuir en un 50 % la concentración inicial de los radicales libres (DPPH+), teniendo en cuenta que a menor valor de IC_{50} es mayor la actividad antioxidante (Aparcana y Villarreal, 2014). El valor de capacidad antioxidante de las galletas sustituidas es mayor a la del zumo de naranja variedad Kozan quien muestra un valor de 3,3 mg/ml (Tárrega 2011), del extracto de aguaymanto de Ancash y Cajamarca con 2,24 y 2,36 mg/ml pero muy parecido al aguaymanto de Junín con 2,04 mg/ml (Aparcana y Villarreal, 2014). El alto contenido de compuestos fenólicos y fuerte actividad antioxidante de las galletas indican que pueden impartir beneficios para la salud, y puede ser utilizada como productos alimenticios funcionales.

En relación a los contenidos de carotenoides se reportan valores promedios de 0,85 mg carotenos/100 g para las galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y 0,67

mg carotenos/100 g muestra para las galletas con harina de cáscara de cacao CCN 51, observándose diferencia estadística significativa ($P \leq 0,05$) entre ellas y con la galleta testigo; estos datos son menores a los registrado por (Beltrán, Estévez, Cuadrado, Jiménez y Begoña, 2012) con cantidades de 0,977 mg carotenos/100 g para el níspero, 1,360 mg carotenos/100 g para la acelga cocida, pero superiores a un tomate común con 0,494 mg carotenos/100 g, por otra parte se tiene los aportes de (Mínguez, *et al.*, 2014) quienes reportan un contenido inferior a las galletas con 0,603 mg carotenos/100 g en uvas y 0,779 mg carotenos/100 g en brócoli. El contenido de pigmentos carotenoides en las galletas es debido a la inclusión de la harina de cáscara de cacao que es rica en este componente (7,9 y 6,05 mg carotenos /100 g en harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 respectivamente); con su consumo se estaría incrementando la ingesta de carotenoides sin buscar un producto fresco que según (Beltrán, *et al.*, 2012) indica que en la dieta humana los carotenoides son aportados fundamentalmente por frutas y hortalizas y en pequeña proporción a partir de fuentes animales y a través de los aditivos alimentarios (colorantes), y que han demostrado actividad antioxidante.

En el caso de antocianinas el mayor contenido lo tiene la galleta con harina de cáscara de cacao Criollo con 327,33 μg cianidina -3-glucósido/g, seguido de la galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51 con 282,67 μg cianidina -3-glucósido/g, observándose diferencia estadística significativa ($P \leq 0,05$) entre ellas, no reportando presencia en la galleta testigo. Los valores comprendidos entre 32,733 y 28,267 mg cianidina -3-glucósido/100 g se asemejan a los de la ciruela, higo y uva “red globe” con 39,92, 30,09 y 21,28 mg cianidina-3-glucósido/100 g respectivamente indicado por (Márquez, 2011) quien además señala que las

antocianidinas son derivados del catión 2-fenilbenzopirilio, y debido a la poca solubilidad de estas en el agua, no se encuentran de manera libre en la naturaleza sino en su forma glicosilada, siendo una de las más abundantes la cianidina 3-glucósido. Los contenidos encontrados en las galletas demuestran que es un producto con propiedades bioactivas por que según (Garzón, 2008) indica que el interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas, durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo.

5.3.9. Del contenido de minerales en las galletas

La cantidad de Fósforo varía de entre 0,12 y 0,14, de Magnesio 0,06, de Potasio 0,42 y de Sodio entre 0,33 y 0,27 g/100 g de muestra, si se compara los contenidos de Fósforo y Sodio con galletas elaboradas con harina de trigo, avena y yuca son menores a lo reportado por (Belloso y Velásquez, 2008) que muestran valores de 0,310 g/100 g para el Fósforo y 0,523 g/100 g para el Sodio; pero en el caso de Magnesio y Potasio sucede lo contrario con valores de 0,027 y 0,150 g/100 g respectivamente; podría afirmarse que la contribución de los minerales es aportado básicamente por las harinas de cáscara de cacao. García (2006) indica que el umbral mínimo de ingesta (LTI) del Fósforo es de 300 mg/día, las galletas aportarían aproximadamente el 40 % de Fósforo (con 120 mg/10 unidades de galletas), el (LTI) del Potasio es de 1600 mg/día, las galletas aportarían aproximadamente el 26 % de Potasio (con 420 mg/10 unidades de galletas), el (LTI) del Cobre es de 0,6 mg/día las

galletas aportarían aproximadamente el 18 % de Cobre (con 0,11 mg/10 unidades de galletas), el (LTI) del Zinc es de 5 mg/día las galletas aportarían aproximadamente el 32 % de Zinc (con 1,60 mg/10 unidades de galletas), el intervalo aceptable de ingesta (ARI) para el Magnesio es de 150 a 500 mg/día con las galletas no se estarían sobrepasando el intervalo aceptable (puesto que solo contamos con 60 mg/10 unidades de galletas), el (ARI) para el Sodio es de 575 a 3500 mg/día, con las galletas no se estarían sobrepasando el intervalo aceptable (puesto que solo contamos con 330 mg/10 unidades de galletas), el (ARI) para el Manganeso es de 1 a 10 mg/día con las galletas no se estarían sobrepasando el intervalo aceptable (puesto que solo contamos con 1,026 mg/10 unidades de galletas); los contenidos encontrados en las galletas son de gran importancia ya que (Moreiras, Carbajal, Cabrera y Cuadrado, 2016) indica que los minerales no suministra energía al organismo, pero tienen importantes funciones reguladoras además de su función plástica al formar parte de la estructura de muchos tejidos, son constituyentes de los huesos y dientes, controlan la composición de los líquidos extra e intracelulares y forman parte de enzimas y hormonas, moléculas esenciales para la vida.

El contenido de Calcio en las galletas sustituidas es de 53 % y 52 % (530 – 520 mg/100 g) en galletas con harina de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 respectivamente, observándose un aumento con respecto a la galleta testigo que presenta 470 mg/100 g, éstos contenidos son el doble a los reportados por (Criollo y Fajardo, 2010) en las galletas sustituidas con 35 % de harina integral de amaranto tostado con un promedio de 253 mg/100 g y tres veces más que las galletas a base de avena, trigo y yuca con 183,9 mg/100 g de Calcio (Belloso y Velásquez, 2008). Comparando las galletas con un producto rico en Calcio como la leche de vaca (115

a 120 mg/100 g) se puede apreciar un contenido de Calcio tres veces mayor lo que demuestra que las galletas se encuentran enriquecidas nutricionalmente por la adición de harina de cáscara de cacao.

Respecto al Hierro se observa que en las galletas sustituidas el contenido es el doble (4,84 – 4,70 ppm) que en la galleta testigo (2,48 ppm). Quintero (2002) indica que el Hierro está presente en todos los vegetales y animales, sus funciones están en relación con las propiedades que comparte con otros metales; su biodisponibilidad depende de factores intrínsecos (sexo, edad, etapa de desarrollo, anomalías genéticas, flora intestinal, etc.) y extrínsecos (cantidad total del nutriente en la dieta, propiedades fisicoquímicas, estado físico del alimento, etc.); además indica que 1/2 taza (100 g) de brócoli cocido, una chuleta de puerco a la parrilla y un huevo aportan 0,7 mg de Hierro, valor aproximado que aportarían 10 galletas con sustitución de harina de cáscara de cacao (0,5 mg de hierro/100 g) y comparándola con la ingesta de referencia para la población que es de 9 mg/día (García, 2006) se estaría contribuyendo con el 5,5 % de ingesta de Hierro.

5.3.10. Análisis microbiológicos en galletas con harina de cáscara de cacao

La valoración microbiológica se realizó al tratamiento T3, (galleta con 20 % de sustitución de harina de cáscara de cacao Criollo) y T6 (galleta con 20 % de sustitución de harina de cáscara de cacao CCN 51) escogidas de acuerdo al análisis sensorial, los resultados muestran ausencia de microorganismos patógenos cumpliendo a lo establecido Norma Sanitaria - 071 (MINSA, 2008) garantizando de esta manera la seguridad alimentaria de los consumidores.

5.4. CONCLUSIONES

Por su contenido de compuestos antioxidantes, polifenoles, carotenoides, antocianinas, de fibra dietaria total, minerales, las harinas de cáscara de cacao Criollo y CCN 51 son adecuadas para el consumo y la salud humana, ambas presentan buenas propiedades funcionales para su incorporación en alimentos funcionales, accesible para todo tipo de persona, no incrementa costos del producto, ya que actualmente la cáscara se tira y no se le ha dado ninguna aplicación en consumo humano. La sustitución aceptable de harina de trigo para la elaboración de galletas dulces fue la que utilizó un 20 % de harina de cáscara de cacao, al presentar sabor, color y textura agradable.

Entre las características físicas las harinas de cáscara de cacao Criollo y de cacao CCN 51 presentan: pH no ácidos con acidez de 0,32 y 0,44 % expresada en H_2SO_4 respectivamente, módulo de finura “grosso” por encontrarse por encima de 3,20 (3,88 y 3,44), luminosidad de 71,17 y 70,63 valores más bajos que la de harina de trigo con 96,33, entre las características químicas tenemos que los índices de absorción de agua, tiempo de desarrollo y estabilidad de la masa fueron influenciados en gran medida por el porcentaje de sustitución de la harina de trigo; ambas harinas presentaron alto contenido de polifenoles 69,53 y 57,64 mg AGE/g muestra, actividad antioxidante 60,30 y 48,90 IC_{50} ($\mu g/ml$), carotenoides 7,90 y 6,05 mg carotenos/100 g muestra, antocianinas 1,43 y 1,25 mg cianidina -3-glucósido/g; la composición químico proximal indica niveles altos en contenido de fibra cruda 29,78 y 30,69 % en comparación con la harina de trigo 0,30 %, en ceniza 7,13 y 7,29 % evidenciando el alto contenido de minerales, presencia de grasa de 2,01 y 1,89 % en

comparación con la harina de trigo con 1,10 %, mayor contenido de fibra insoluble 52,57 y 51,90 % que soluble 3,02 y 3,47 % enmarcándolo como alimento con buena fuente de fibra dietaria; presentan mayor contenido de minerales P, K, Fe, Zn que los encontrados en granos de cacao pero menor contenido en Mg; por lo que aportan aproximadamente el 50 % del RDA (recommended dietary allowances) (dieta recomendada) de Calcio y Fósforo, el 10 % de Magnesio, el 20 % de Hierro y se cubre las necesidades de Zinc; muestran ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, Mohos y Levaduras estando apta para el consumo humano.

Las galletas elaboradas a base de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cacao presentan buena aceptabilidad por los panelistas, estadísticamente no existe diferencia significativa entre ellas, pero por los valores nutricionales que ofrecen las harinas a base de cáscara de cacao se optó por la mezcla donde la harina de cáscara de cacao sustituyó a la harina de trigo en un 20 %, considerándose por ello a los tratamientos T3 (harina de cáscara de cacao criollo) y T6 (harina de cáscara de cacao CCN 51) las galletas a ser evaluadas en su composición.

En las galletas dulces (T3) y (T6) las características fisicoquímicas muestran valores de pH altos de 6,02 y 5,91, acidez bajas de 0,090 y 0,092 expresado en ácido láctico, índice de peróxido de 2,78 y 2,81 valores por debajo de la norma que es 5 mEq/kg, ambas galletas presentaron alto contenido de fibra cruda 8,99 y 9,04 %, cenizas 4,99 y 5,09 % y proteína 9,80 y 9,81 % en comparación con la galleta testigo de 0,56 %, 1,10 %, y 7,97 % respectivamente; alto contenido de fibra dietética insoluble 6,36 y 6,92 %, atribuyéndole actividad biológica preventiva capaces de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad. La incorporación de la

harina de cáscara de cacao disminuyó la luminosidad de las galletas presentando 59,70 y 59,95 en comparación de la galleta testigo con 80,23 pero aumentó la dureza debido al alto contenido de fibra insoluble que producen un reforzamiento de la estructura desarrollada por los almidones y a la disminución del gluten, haciendo que el producto sea más firme. Las galletas presentan un contenido de polifenoles totales de 17,32 y 13,61 mgAGE/g, actividad antioxidante 1,59 y 2,05 IC₅₀ (mg/ml), carotenoides 0,85 y 0,67 mg carotenos /100 g, antocianinas 327,33 y 282,67 µg cianidina -3-glucósido/g, lo que sugiere su potencial como alimento funcional. En cuanto a los minerales se observa un mejor aporte de Fósforo (0,12 - 0,14 g/100 g), Calcio (0,53 - 0,52 g/100 g), Magnesio (0,06 g/100 g), potasio (0,42 g/100 g), cobre (1,10 - 1,25 ppm), Hierro (4,84 - 4,70 ppm), Zinc (16,25 - 16,67 ppm) y Manganeso (10,26 - 9,43 ppm) en comparación de la galleta testigo con 0,07 g/100 g, 0,47 g/100 g, 0,04 g/100 g, 0,10 g/100 g, 0,46 ppm, 2,48 ppm, 11,05 ppm y 1,86 ppm respectivamente; según el requerimiento de minerales las galletas aportarían aproximadamente el 40 % de Fósforo, 26 % de Potasio, 18 % de Cobre, 32 % de Zinc, 5,5 % de Hierro y comparando las galletas con un producto rico en Calcio como la leche de vaca se puede apreciar un contenido de Calcio tres veces mayor.

5.5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la presencia de metales pesados tanto en la harina como materia prima y en el producto resultante.
- Promover mediante talleres de educación nutricional, la elaboración y consumo de productos de galletería a base de harina de cáscara de cacao en las regiones del país que se dedican al cultivo de esta mazorca; de manera de aprovechar los desechos de su cultivo.
- Realizar pruebas sensoriales en la que se incluya el empaque y etiquetado las galletas elaborados con harina de cáscara de cacao y pruebas con diferentes tipos de empaques para determinar vida de anaquel.
- Realizar estudios de costo-beneficio para evaluar la producción a mayor escala de las galletas elaboradas con harina de cáscara de cacao.

VI. REFERENCIAS

- A.O.A.C. (Association of official analytical chemist). (1990). Official Methods of Analysis. Determinación de metales en alimentos: manganeso; método 985.29 Fibra dietaria insoluble, fibra dietaria soluble y fibra dietaria total. A.O.A.C. 15 th Edition.
- A.O.A.C. (Association of official analytical chemist). (2005). Official Methods of Analysis, Method 965.09. Determinación de magnesio. 18th Edition INCOTEC NTC 1369.
- A.O.A.C. (Association of official analytical chemist). (1997). Official Methods 957 02. Determinación de metales en alimentos: fósforo. A.O.A.C. 15 th Edition.
- A.O.A.C. (Association of official analytical chemist). (1984). Official Methods of Analysis. 13 th Edition. St. Pal Minnesota. USA.
- A.O.A.C. (Association of official analytical chemist). (2005). Official Method 944.03. Procedimiento para determinación de sodio, potasio y calcio en alimentos. Método de espectrofotometría de absorción atómica de llama. Official Methods of Análisis. Cp. 50, p.15
- A.O.A.C. (Association of official analytical chemist). (2012). Official Methods 999.11 “Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc in foods- Atomic Absorption Spectrophotometric after dry ashing“, Chapter 9 pag. 19; AOAC 19 th edition.
- Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J., Torres, M. y Vargas G. (2010). Residuos de café, cacao y Cladodio de tuna: fuentes promisorias de fibra dietaria. *Revista tecnología ESPOL-RTE*, 23(2), 63-69. Universidad Técnica particular de Loja. Ecuador.
- Aguirre, M. C. (2015). *Extracción de fibra soluble a partir de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) y su utilización en la elaboración de queso fundido y yogurt.* (Tesis). Universidad Estatal Amazónica. Puyo. Ecuador.

- Alfaro, R. (2012). *Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería*. Instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería eléctrica y electrónica. Universidad Nacional del Callao. Lima. Perú.
- Alzate, T., Jiménez, C. y Londoño, L. (2011). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas. *Artículo de revisión. Producción + limpia*, 6(1). pp 108 -127.
- Andújar, I., Recio, M., Giner, R. y Ríos, J. (2012). Los polifenoles del cacao y sus beneficios potenciales para la salud humana. *Artículo ID 906252*. Valencia. España.
- Anecacao, (2015). Cacao CCN 51. Asociación Nacional de exportadores de cacao. Ecuador.
- Anzaldúa, M. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. 1º Edición. Editorial. Acribia. Zaragoza. España.
- Aparcana, A. y Villarreal, I. (2014). *Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de Physalis peruviana “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú*. (Tesis). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Aránzazu, H. (2015). Modelo de siembra en cacao para apoyar los retos de producción y calidad del cacao. *VII Foro Nacional de cacao – Honduras*. Aprocacaho. San Pedro de Sula. Honduras.
- Ardila, S. y Carreño, J. (2011). *Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como absorbente*. (Tesis). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia.
- Aristizábal, G. J. y Henao, O. S. (2004). *Adaptación y validación de tecnología para la utilización de harina de yuca en panificación*. (Tesis). Universidad Nacional de

- Colombia con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT). Palmira, Valle. Colombia.
- Arroyave, S. L. y Esgerra, R. C. (2006). *Utilización de la harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificación*. (Tesis). Universidad de la Salle. Bogotá. Colombia.
- Ayestas, V. (2009). *Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009*. (Tesis de Postgrado). Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. Nicaragua.
- Barazarte, B. E. (2006). *Uso potencial de la cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) como fuente de pectina*. (Tesis Postgrado). Universidad Simón Bolívar. Maestría en Ciencia de los alimentos. Venezuela.
- Barazarte, H., Sangronis, E. y Unai, E. (2008). *La cáscara de cacao (Theobroma cacao L.): una posible fuente comercial de pectinas*. Archivos Latinoamericanos de nutrición. Universidad Simón Bolívar. Caracas – Venezuela.
- Barrientos, F. P. (2015). La cadena de valor del cacao y su oportunidad en el mercado. *Artículo de la investigación “la producción de cacao y su efecto en la comercialización internacional”*. *Semestre económico*, 18(37), pp 129-156. Medellín. Colombia.
- Bartley, B. (2005). The genetic diversity of cacao and its utilization. *Wallingford England. CABI publish*. 341 p.
- Belloso, G. y Velásquez, E. (2006). *Análisis nutricional de galletas elaboradas con trigo (triticum aestivum), avena (avena sativa) y yuca (manihot sculenta)*. (Tesis). Universidad del Oriente. Venezuela.
- Beltrán, B., Estévez, R., Cuadrado, C., Jiménez, S. y Begoña, O. (2012). Base de datos de carotenoides para la valoración de la ingesta dietética de carotenos, xantofilas y de

- vitamina A; utilización en un estudio comparativo del estado nutricional en vitamina A de adultos jóvenes. *Artículo. Revista Nutrición hospitalaria*. Madrid. España.
- Bravo, L. (1998). Polyphenol: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr Rev.*; 56: 317-333.
- Bravo, R. D. C. (2010). *Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (cacao (teobroma cacao L.) de seis clones: ICS-1 (Imperial Collage Selection), ICS-95 (Imperial Collage Selection), UF-613 (united Fruit), IMC-67 (Iquitos Marañon Colection), TSH-565 (Trinidad Selection Hybrida), CCN-51 (Colección Castro Naranjal) y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado*. (Tesis). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú.
- Burgos, S. J. y Calderón, R. F. (2009). *Determinación del contenido de carotenoides totales en ocho especies de frutas y verduras comercializadas en la zona metropolitana de San Salvador*. (Tesis). Universidad de El Salvador. El Salvador.
- Caballero, P. J., Hernández, H. C. y Avendaño, A. C. (2014). La fermentación y el secado al sol de granos de cacao. *Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico*. Chiapas. México.
- Cano, R. (2006). Métodos de análisis microbiológicos. Normas ISSO, UNE. Analiza calidad. Recuperado de: <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi148anmic.pdf>
- Cañas, A. Z., Restrepo, M. D. y Cortez, R. M. (2011). Revisión: productos vegetales como fuentes de fibra dietaria en la industria de alimentos. *Revista de la Facultad Nacional Agraria de Medellín. Vol. 64. N°1*. Colombia.
- Cárdenas, B., Arrazola, P. y Villalba, C. (2015). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos», *Ingenium, vol. 17, n.º 33*, pp. 29-40. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5327083.pdf>

- Cedeño, A. S. (2011). La revolución del cacao CCN-51 en el Ecuador. “Un ejemplo de prosperidad sostenible”. *Conferencia Internacional del cacao*. Nassau, Bahamas.
- Cerrón, G. (2012). Asistencia técnica dirigida en manejo del cultivo de cacao. *Guía técnica. Agrobanco: Servicios financieros para el Perú Rural*. Perú.
- Cevallos, E., Weil, M. y Chan, Y. (2010). *Utilización de productos deshidratados de remanentes de banano para la elaboración de galletas y panes altos en fibra*. (Tesis). Universidad Earth. Las Mercedes de Guácimo. Costa Rica.
- Chávez, R., Flores, T. y Gallardo, N. (2006). Elaboración de alimentos a base de fibra de zanahoria por el proceso de extrusión. *Artículo. Revista Salud pública y nutrición*. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Chávez, R. R. y Ordoñez, G. E. (2013). Polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) durante el procesamiento de licor y polvo de cacao. *Revista ECI Perú. Volumen 10, numero 1*. Perú.
- CODEX. (1985). *Norma del Codex para la harina de trigo*. Codex Alimentarius. ESTAN 152-1985.
- Contreras, M. (2015). *Desarrollo de una galleta dulce enriquecida con harina de quinua blanca (Chenopodium quinoa) utilizando diseño de mezclas*. (Tesis). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Crescente, O., Acosta, M., Guevara, M. y Estaba, A. (1999). Aprovechamiento de los desechos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Rev. Saber. Vol. 11, N° 2*, 28-30.
- Criollo, M. y Fajardo, C. (2010). *Valor nutritivo y funcional de la harina de amaranto (Amaranthus hybridus) en la preparación de galletas*. (Tesis). Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Cuellar, G. y Guerrero, A. (2012). Actividad antibacteriana de la cáscara de cacao, *Theobroma cacao* L. *Rev. MVZ Córdoba* 17(3), 3176-3183.

- Cury, R. K., Aguas, M. Y., Martínez, M. A., Olivero, V. R. y Chams, C. L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Rev. Colombiana Ciencia. Animal. 9(Supl):122-132*
- De la Cruz, M., Vargas, O. y Del Ángel, C. (s.f.). Cacao: operaciones poscosecha. Ed. AGST/FAO. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>
- De Prada, G. (2011). *Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (INIAP ALEGRIA y SANGORACHE) para panificación*. (Tesis). Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador.
- Delgado, B. M. (2016). Perspectiva actual de los polifenoles en México. *Rev. Entre texto*. Universidad Iberoamérica León. El Salvador.
- Dostert, N., Roque J., Cano A., La Torre M. y Weiend M. (2012). Hoja botánica: cacao. Primera edición. Ed. Giacomotti Comunicación gráfica S.A.C. Lima. Perú.
- EL COMERCIO. (2014). *El cacao CCN 51 pasó de patito feo a cisne de la producción ecuatoriana*. Diario. Recuperado de <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios-cacao-ccn-51-paso-de.html>.
- EL COMERCIO. (2015). El cultivo de cacao estaría afectando la Amazonía. Diario. Perú. Recuperado de <http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/cultivo-cacao-estaria-afectando-amazonia-noticia->
- Escudero, A. y Gonzales, S. (2006). La fibra dietética. *Unidad de dietética y Nutrición. Hospital La Fuenfría. Art. Nutrición hospitalaria, 21(1.2)*. Madrid. España.
- Espitia, P., Pardo, P. y Montalvo, P. (2013). Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades Papocho y Pelipita (Musa ABB Simmonds). *Artículo. Agroindustria*. Universidad de Córdoba. Colombia.

- FAO. (2015). *La agenda de desarrollo post-2015 y los objetivos de desarrollo del milenio. Nutrición*. Recuperado de <http://www.fao.org/post-2015-mdg/14-themes/nutrition/>
- Fernández-Miranda, C. (2010). La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular. *Rev. Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 30(2): 14-12. España.
- Ferreras, C. (2008). *Análisis reológico de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo*. (Tesis). Escuela politécnica superior de Zamora. Universidad de Salamanca. España.
- Fichas técnicas de alimentos. (2014). *Del servicio alimentario del programa nacional de alimentación escolar Qali Warma*. Perú. Recuperado de <ftp://ftpqw.qw.gob.pe/3PC/FICTECALIMPR.pdf>.
- Figuerola, F. (2008). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Facultad de Ciencias Agrarias de Chile, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Chile.
- Franco-Castillo, M., Ramírez-Hernández, M., García-Gómez, R., Bernal-González, M., Espinosa-Aquino, B., *et al.* (2010). Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 1 (2):45-66. México.
- Gamboa, A. (2015). *Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (teobroma cacao L.) sobre diferentes patrones en Satipo*. (Tesis). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- García, I. (2003). *Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (Mangifera indica L.) y su incorporación en galletas*. (Tesis). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México.

- García, G. (2006). Ingesta de nutrientes: conceptos y recomendaciones internacionales. *Revista Nutrición hospitalaria*. Recuperado de: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3052.pdf>
- García, L. (2011). *Estudio agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del departamento de Usulután en El Salvador*. (Tesis). Universidad Dr. José Matías Delgado. Antiguo Cuscatlán.
- García, V. (2014). *Estudio del contenido de compuestos bioactivos en tomate: evaluación de la materia prima, efectos del tratamiento tecnológico y caracterización del subproducto*. (Tesis doctoral). Universidad de Murcia. Murcia. España.
- Garzón, G. A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: *revisión*. *Rev. Acta biol. Colomb. Vol 13 N° 13*. 27 -36.
- Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Tercera edición. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V México.
- Gil, Q. J. (2012). *Estabilidad y actividad antioxidante de catequinas presentes en cacao colombianos durante los procesos de pre e industrialización*. (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Gonzales, A. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal*. (Tesis para titulación). Corporación Universitaria Lasallista. Ingeniería de alimentos. Caldas. Antioquia.
- Gonzales, P. (2007). *Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja*. (Tesis). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

- Gonzales, T. (2012). *Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli*. (Tesis). Universidad de San Buenaventura. Facultad Agroindustrial. Cali. Colombia
- Guerrero, C. (2007). *Diagnóstico y propuesta de parámetros para la estandarización y homogenización del tratamiento poscosecha de cacao*. Unidad de Coordinación de Préstamos Sectoriales- UCPS. Ministerio de Economía y Finanzas MEF. Perú.
- Gutiérrez, M. (2002). Vino, polifenoles y protección a la salud. *Revista cubana Alimentación Nutricional Vol. 16*. Cuba. Recuperado de http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_2_02/ali07202.pdf
- Gutiérrez, Z., Ledesma, R., García, G. y Grejales, C. (2012). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. *Mundo alimentario*. info@mundoalimentario.com
- Gutiérrez-Mendivil, K., Treto-Padrón, A., Frías-Escobar, A. Pérez-Carrillo, E. y Guajardo-Flores, S. (2016). Elaboración de galleta con maíz nixtamalizado y diferentes tipos de almidón. *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos Vol. 1 N° 1*: 127-133. México.
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, L. (2001). *Metodología de la Investigación*. 2da. Edición. Ed. Ultra S.A. México. pp. 107 – 120.
- Herrera, C., Betancur, A. y Segura, C. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad; péptidos biológicamente activos. *Rev. Nutrición hospitalaria, 1(29)*. Yucatán. México.
- Hidalgo, C. N. (2015). Materiales genéticos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Boletín de la secretaría ejecutiva de Planificación sectorial agropecuaria*. Dirección Regional Brunca. Costa Rica.

- INCAP. (Instituto de nutrición de Centro América y Panamá). (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Tercera reimpresión. Guatemala. Recuperado de: http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc_view/80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica
- Jibaja, E. L. (2014). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, *mangífera indica*, variedad “criollo”. *Rev. Cientifi-k* 2(1). revistas.ucv.edu.pe.
- Johnson, J., Bonilla, J. y Agüero, C. (2008). *Manual de manejo y producción del cacaotero*. León – Nicaragua. Recuperado de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01J71.df>.
- Jordán, R. E. (2013). *Analizar y validar un programa de rehabilitación en la poscosecha del cacao CCN51, en la Finca Rami, en la provincia de Los Ríos*. (Tesis). Escuela superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.
- Kohajdová, Z., Karovicová, J., Jurasová, M., kukurová, C. (2011). Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies. *Acta Chimica Slova. Vol. 4. N° 2. 88 – 97*. Bratislava. Slovakia.
- Larragán, Z. (1958). *La cáscara de cacao en el engorde de bovinos*. (Tesis magister). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica.
- Larrea, V. (2008). Análisis de la cadena de cacao en la región Piura. *PEDICAFE-Dirección Regional Agraria/Gobierno Regional Piura. Programa de Desarrollo Rural Sostenible-GTZ*. Piura. Perú.
- León, A., Rosell, C., Gómez, P., Brites, C., Haros, M. *et al.* (2007). *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. Red Bibliotecas. CSIC. España.

- Macías, S., Binaghi, M., Zuleta, A., Ronayne, de Ferrer, P., Costa, K. y Generoso, S. (2013). Desarrollo de galletas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de algarroba (*Prosopis alba*) y avena para planes sociales. *Rev.Venezolana de ciencia y tec. Alim.* 4(2): 10-188.
- Manley, D. (2000). *Short dough biscuits, in technology of biscuits, crackers, and cookies.* Third edition. Woodhead publishing. Cambridge. 274 – 288.
- Manrique, G. y Lajolo, F. (2001). *Maduración, almacenamiento y procesamiento de frutas y vegetales: modificaciones en los componentes de la fibra soluble.* En fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicaciones en alimentos. Cap. 22. 283-296. Varela. São Paulo. Brasil.
- Márquez, M. (2011). *Capacidad antioxidante y caracterización estructural de las antocianinas de los frutos rojos de Prunus domestica L., Ficus carica L. y Vitis vinífera L. c.v. "red globe" cultivados en Perú.* (Tesis grado de magíster). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M.A., Figueroa, J., Pérez, A. y Viuda, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Teobroma cacao* L.) co-products. *Article. Food Research International* 49.
- Matos-Chamorro, A. y Chambilla-Mamani, E. (2010). Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *Revista de investigación en ciencia y tecnología de alimentos.* Vol. 1 N° 1.
- MINAG. (Ministerio de Agricultura). (2012). *Cacao. Perú. Un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones.* Dirección general de competitividad agraria. Disponible en www.minag.gob.pe.

- MINAGRI. (Ministerio de Agricultura y Riego). (2016). Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. *Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015*. Lima. Perú.
- Mínguez, M., Pérez, G. y Hornero, M. (2014). Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales, mucho más que simples “colorantes” naturales. *Revista. Grupo de química y bioquímica. Sevilla*. España.
- MINSA. (Ministerio de salud). (2008). *Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. NTS N° 071- MINSA/DIGESA- V.01. Dirección general de salud ambiental del ministerio de salud. Ministerio de Salud. Lima. Perú.
- MINSA. (Ministerio de salud). (2010). *Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería*. Dirección general de salud ambiental del ministerio de salud. Ministerio de Salud. Lima. Perú.
- Morales, P. (2012). *Tipos de variables y sus implicaciones en el diseño de una investigación*. Estadística aplicada a las ciencias sociales. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. España. Recuperado de <http://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Variables.pdf>
- Moreiras, O, Carbajal, A, Cabrera, L, Cuadrado, C. (2016). Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, SA). 18ª edición revisada y ampliada. ISBN: 978-84-368-3623-3.
- Moreno, A. M., Belén, R., García, D. y Mendoza, L. (2006). Evaluación del contenido de carotenoides totales en cáscara de algunas variedades de naranjas venezolanas. *Revista Facultad Agronómica (LUZ)*. N° 23. 298 – 305. Carabobo. Venezuela.
- Muñoz, J. y Ramos, E. (2007). Compuestos fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales. *Artículo. Revista Horizonte médico. Red de revistas científicas de*

América latina y el Caribe, España y Portugal. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/3716/371637115003/>

Navarro, P. y Mendoza, A. (2006). Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. *Guía técnica para promotores*. Programa para el desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo. Nicaragua.

NTP. (Normas técnicas peruanas). (2014). *Galletas: Determinación de peróxidos*. NTP 206.016:1981. Instituto Nacional de Calidad. Perú.

Padrón-Gamboa, G.; Arias-Marín, E.; Romero-García, J.; Benavidez-Mendoza, A.; Zamora-Rodríguez, J. y García-Rodríguez S. (2004). Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espuma de poliuretano para uso hortícola. Propiedades físicas y de biodegradabilidad. *Rev. Soc. Química*, (48), 156-164. México.

Palencia, M. (2001). *Sustancias bioactivas en los alimentos*. Recuperado de http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos%20en%20alimentos.pdf

Pascual, C. G. y Zapata, H. J. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Aatanthus L*) usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *Artículo. Rev. Soc. Química Perú N° 76*. Lima. Perú.

Perea-Villamil, J., Cadena-Cala, T. y Herrera-Ardila, J. (2009). El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: efecto del procesamiento. *Artículo. Centro de investigación de ciencia y tecnología de alimentos*. Santander. Colombia.

Perea, J. A., Ramírez, O. L. y Villamizar, A. R. (2012). Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Artículo Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. Vol. 9, N° 1. 35 – 42. Colombia.

- Pérez, P. (2016). El clon CNN-51 del cacao. Memorias Porteñas. Recuperado de: www.pressreader.com/ecuador/memorias-porte%C3%B1as/20161211/28152222572055
- Pérez, Z. (2009). *Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (Theobroma cacao L) del programa de mejoramiento del CATIE*. (Tesis magister scientiae). Centro Agronómico tropical de Investigación y enseñanza. Escuela de Post grado. Costa Rica.
- Perú21. (2012). Cáscara de cacao contra desnutrición. Grupo el comercio. Perú. Disponible en <https://peru21.pe/vida/cascara-cacao-desnutricion-12638>
- Pesantes, L. (2014). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de pulpa de tuna púrpura (opuntia ficus-indica) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces*. (Tesis). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Pimentel, R. L. (2015). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (triticum aestivum) por harina de brácteas de alcachofa (Cynara scolymus) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces*. (Tesis). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Portocarrero, E. (2014). Los clones aromáticos del cacao, el IMC 67 el más recomendado. *Revista Agraria. Agencia Agraria de Noticias. Sección Negocios*. Perú. Recuperado de: <http://agraria.pe/noticias/en-clones-aromaticos-de-cacao-el-imc-67-es-el-mas-recomenda-6126>.
- Prieto, T. P. y Villaseñor, M. S. (2009). Fibra. *Rev. Dieta y salud. Órgano informativo del Instituto de Nutrición y salud*. México. Recuperado de https://www.kelloggsnutrition.com/content/dam/globalnutrition/es_MX/resources/Resources-Dieta_y_Salud_Fibra.pdf

- Quintero, G. (2002). *Desarrollo de un alimento funcional a partir de hierro hémico y evaluación de su biodisponibilidad, para la prevención y corrección de la deficiencia de hierro*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Quizhpi, N. E. X. (2016). *Caracterización del mucilago de cacao CCN 51 mediante espectrofotometría UV-visible y absorción atómica, caso: Ecuador-zonz 6*. (Tesis). Universidad de Cuenca. Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/tesis.pdf>
- Ramírez, A. y Pacheco, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. Vol. 34. N° 4. Venezuela.
- Robayo, C. (2015). *Validación del método para la determinación de pectina en cáscara de cacao*. (Tesis). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D. C. Colombia.
- Rodríguez, E. (2014). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (Solano tuberosu pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces*. (Tesis). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Rodríguez-Amaya, D. (1999). Changes in carotenoids during processing and storage of foods. *Arch. Latinoamer Nutr* 49 (1-S) pp 38-47.
- Rosales, J. y Tang, T. (1996). Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. *Centro Regional de Investigación del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (CRI-IIAP-Ucayali)*. Folia Amazónica, 8(2).

- Sánchez, Q. J. (2013). Evaluación energética de cáscara de cacao nacional y CCN 51. *Facultad de ciencias químicas*. Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Sánchez, B. (2005). *Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto de níspero (Eriobotrya japonica) y de la cáscara de mango obo (Mangifera indica L)*. (Tesis). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León Oax., México.
- Sanhueza, P. (2007). *Desarrollo de galletón de quínoa (Chenopodium quinoa Willd) con nuez*. (Tesis). Universidad de Chile. Chile.
- Serna-Cock, L., Torres-León, C. y Ayala-Aponte, A. (2015). Evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cáscara de mango (*Mangifera indica*) como fuente de ingredientes funcionales. *Artículo. Scielo. Información tecnológica. Vol. 26. N° 2*. La Serena. Chile.
- Soto, P. (2012). *Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano*. (Tesis de Grado). Coordinación de Ingeniería Química. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas. Venezuela.
- Sotomayor, R. (2008). *Métodos estadísticos para la Investigación I*. Departamento de Estadística e Informática. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Suarez, C. (2014). *Actividad captadora de radicales libres y efecto antioxidante de metabolitos secundarios del extracto acuoso del Allium sativum var. Huaralino (ajo) en modelos in vitro*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Suriguez, M. (2015). Minerales: definición y generalidades. *Rev. Alimentos y nutrición*. Recuperado de: <http://www.medicosconscientes.net/minerales-definicion-y-generalidades/>

- Tárrega, R. (2011). *Efecto de la presión de homogenización sobre la actividad antioxidante del zumo de andarina* (Var. Ortanique). (Tesis de grado de master). Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Torres, G., Torres G., Acevedo, C. y Gallo, G. (2015). Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Revista Vector*, 10. Pag. 14 -25. http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector10_3.pdf
- Tovar, del R. (2013). *Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión cafetera*. (Tesis). Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira.
- UNED. (2014). *Guía de alimentación y salud*. La composición de los alimentos: minerales. Disponible en: http://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/guia_nutricion/compo_minerales.htm
- Urquiaga, I. (2014). Nuevo ingrediente funcional para el desarrollo de alimentos: Harina de bagazo de uva. *Artículo de investigación*. Centro de nutrición molecular y enfermedades crónicas. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.
- Vargas, C. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Rev. Educación*, 33(1). p.p. 155 -165.
- Villanova, B. y Guerra, E. (2010). *Cereales y productos derivados*. En: tratado de nutrición. Tomo II. 2 ed. Editorial médica Panamericana. Gill. A.
- Vriesmann, L. y Casthano, A. (2011). Cacao pod husk (*Teobroma cacao* L.): composition and hot-water-soluble pectins. *Article. Industrial crops and products* 34.
- Yepes, S., Montoya, N. L. y Orozco, S. F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales -frutas- en Medellín y el sur del valle de Aburrá, Colombia. *Rev. Fac. Agr. Medellín*, 6(1).4422-4431.

- Zapata, B., Tamayo, T. y Alberto, R. (2015). Efecto del tostado sobre los metabolitos secundarios y la actividad antioxidante de clones de cacao colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. *Rev. Fac. Nat. Medellín* 68(1): 7497-7507. Colombia.
- Zlatko, K., Domingo, G. y Guerra, C. (2008). *Theobroma cacao* L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*. Vol. 6. Caracas, Venezuela.

VII. ANEXOS

Anexo 1

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: _____ Fecha: / /

Producto: GALLETA DULCE

Evalúe cada una de las muestras y marque con una X en la casilla que corresponda con la calificación que mejor describa su agrado o desagrado que produce cada muestra.

ATRIBUTO: COLOR							
Escala	792	746	582	622	183	295	361
Me gusta mucho							
Me gusta							
Me gusta poco							
No me gusta ni me disgusta							
Me disgusta poco							
Me disgusta							
Me disgusta mucho							

ATRIBUTO: SABOR							
Escala	792	746	582	622	183	295	361
Me gusta mucho							
Me gusta							
Me gusta poco							
No me gusta ni me disgusta							
Me disgusta poco							
Me disgusta							
Me disgusta mucho							

ATRIBUTO: AROMA							
Escala	792	746	582	622	183	295	361
Me gusta mucho							
Me gusta							
Me gusta poco							
No me gusta ni me disgusta							
Me disgusta poco							
Me disgusta							
Me disgusta mucho							

ATRIBUTO: TEXTURA							
Escala	792	746	582	622	183	295	361
Me gusta mucho							
Me gusta							
Me gusta poco							
No me gusta ni me disgusta							
Me disgusta poco							
Me disgusta							
Me disgusta mucho							

ATRIBUTO: ACEPTABILIDAD GENERAL							
Escala	792	746	582	622	183	295	361
Me gusta mucho							
Me gusta							
Me gusta poco							
No me gusta ni me disgusta							
Me disgusta poco							
Me disgusta							
Me disgusta mucho							

Comentarios.....

MUCHAS GRACIAS.

Anexo 2

Características físicas del cacao Criollo y CCN 51

Cacao Criollo

N° de mazorca	Peso del fruto	Peso de cáscara	Peso del contenido	% de cáscara
1	790	585	205	74,05
2	905	615	290	67,96
3	1040	710	330	68,27
4	1070	735	335	68,69
5	1055	785	270	74,41
6	1015	705	310	69,46
7	780	515	265	66,03
8	880	615	265	69,89
9	785	565	220	71,97
10	1045	735	310	70,33
11	1075	740	335	68,84
12	640	470	170	73,44
13	665	490	175	73,68
14	925	630	295	68,11
15	1030	695	335	67,48
16	1105	775	330	70,14
17	840	575	265	68,45
18	600	420	180	70,00
19	960	655	305	68,23
20	930	605	325	65,05
	18135	12620		1394,47
Promedio	906,75	631	275,75	69,72
SD	155,11	104,86		2,62

Cacao CCN 51

N° de mazorca	Peso del fruto	Peso de cáscara	Peso del contenido	% de cáscara
1	980	720	260	73,47
2	940	730	210	77,66
3	700	505	195	72,14
4	1725	1440	285	83,48
5	985	805	180	81,73
6	1285	1000	285	77,82
7	745	595	150	79,87
8	755	585	170	77,48
9	1075	835	240	77,67
10	675	530	145	78,52
11	860	635	225	73,84
12	900	730	170	81,11
13	630	485	145	76,98
14	1060	910	150	85,85
15	1030	765	265	74,27
16	1005	780	225	77,61
17	1000	785	215	78,50
18	960	825	135	85,94
19	900	675	225	75,00
20	1030	865	165	83,98
	19240	15200		1572,92
Promedio	962	760	202	78,65
SD	239,74	210,78		4,02

ANVA para los pesos de los frutos

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Variedad	1	30525,63	30525,625	0,75	4,1	n.s.
Error	38	1549133,75	40766,678			
Total	39	1579659,38				

CV=22,27%

Variedad	Prom. Ord.	Sig.
CCN 51	962,00	a
CRIOLLO	906,75	a

ALS_(t)= 129,12

ANVA para los pesos de la cáscara

Variedad	1	166410	166410,00	6,01	4,1	*
Error	38	1053030	27711,3158			
Total	39	1219440				

CV=26,38%

Variedad	Prom. Ord.	Sig
CCN 51	760	a
CRIOLLO	631	b

ALS_(t)= 106,46

ANVA para el % de cáscara

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Variedad	1	796,021	796,02084	69,30	4,1	*
Error	38	436,465	11,4859305			
Total	39	1232,486				

CV=4,86%

Variedad	Prom. Ord.	Sig
CCN 51	78,65	a
CRIOLLO	69,72	b

ALS_(t)= 2,17

Anexo 3

Resultados del análisis químico proximal de la harina de trigo (HT), harina de cáscara de cacao Criollo (HCCC) y CCN 51 (HCCN), análisis de variancia y Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

% humedad			% fibra			% proteína			% ceniza			% grasa			% carbohidratos			
harina de trigo	HCCC	HCCN	harina de trigo	HCCC	HCCN	harina de trigo	HCCC	HCCN	harina de trigo	HCCC	HCCN	harina de trigo	HCCC	HCCN	harina de trigo	HCCC	HCCN	
12,02	5,97	5,78	0,32	29,82	30,75	10,42	7,87	7,97	0,43	7,07	7,22	1,1	1,97	1,94	76,5	45,99	46,20	
12,00	5,98	5,74	0,3	29,78	30,69	10,2	7,97	8,07	0,4	7,13	7,29	1,09	2,01	1,89	76	45,79	46,32	
11,98	5,99	5,7	0,28	29,74	30,63	9,98	8,07	8,17	0,37	7,19	7,36	1,11	2,05	1,84	75,5	45,89	46,46	
36,00	17,94	17,22	0,90	89,34	92,07	30,60	23,91	24,21	1,20	21,39	21,87	3,30	6,03	5,67	228	137,70	139	
Promedio	12,00	5,98	5,74	0,30	29,78	30,69	10,20	7,97	8,07	0,40	7,13	7,29	1,10	2,01	1,89	76,00	45,89	46,33
SD	0,02	0,01	0,04	0,02	0,04	0,06	0,22	0,1	0,1	0,03	0,06	0,07	0,01	0,04	0,05	0,5	0,1	0,13

HCCC = Harina de cascara de cacao Criollo

HCCN= Harina de cascara de cacao CCN51

ANVA para el % de humedad

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Muestras	2	75,485	37,7428	53918,29	5,14	*
Error	6	0,0042	0,0007			
Total	8	75,489				

CV= 0,33%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HT	12,00	a
HCCC	5,98	b
HCCN	5,74	c

ALS₍₀₎= 0,0663

ANVA para el % de fibra

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Muestras	2	1793,4506	896,7253	480388,55	5,14	*
Error	6	0,0112	0,0019			
Total	8	1793,4618				

CV= 0,21%

ANVA para el % de proteína

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	30,69	a
HCCC	29,78	b
HT	0,30	c

ALS₍₀₎= 0,1083

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Muestras	2	9,5198	4,7599	208,77	5,14	*
Error	6	0,1368	0,0228			
Total	8	9,6566				

CV= 1,73%

ANVA para el % de ceniza

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Muestras	2	92,7906	46,3953	14807,01	5,14	*
Error	6	0,0188	0,0031			
Total	8	92,8094				

CV= 1,13%

ANVA para el % de grasa

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Muestras	2	1,4666	0,7333	523,79	5,14	*
Error	6	0,0084	0,0014			
Total	8	1,475				

CV= 2,24%

ANVA para el % de carbohidrato

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Muestras	2	1787,3095	893,6547	9680,9	5,14	*
Error	6	0,5539	0,0923			
Total	8	1787,8634				

CV= 0,54%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HT	10,2	a
HCCN	8,07	b
HCCC	7,97	b

ALS_(t)= 0,1083

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	7,29	a
HCCC	7,13	a
HT	0,40	b

ALS_(t)= 0,14

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	2,01	a
HCCN	1,89	b
HT	1,10	c

ALS_(t)= 0,093

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HT	76,00	a
HCCN	46,32	b
HCCC	45,89	b

ALS_(t)= 0,761

Anexo 4

Resultados de pH y acidez de las harinas de trigo, cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51; análisis de variancia y Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

	pH			Acidez		
	harina de trigo	HCCC	HCCN	harina de trigo	HCCC	HCCN
	5,63	6,03	5,48	0,07	0,29	0,38
	6,17	5,74	5,38	0,05	0,34	0,49
	6,03	5,69	5,85	0,06	0,33	0,46
	17,83	16,71	17,46	0,18	0,96	1,32
Promedio	5,94	5,82	5,57	0,063	0,32	0,44
SD	0,28	0,18	0,25	0,009	0,024	0,058

HCCC = Harina de cascara de cacao Criollo

HCCN= Harina de cascara de cacao CCN51

ANVA para el pH

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> _{0.05}	<i>Significancia</i>
Muestras	2	0,2171	0,1085	1,88	5,14	n.s.
Error	6	0,3471	0,0578			
Total	8	0,5642				

CV= 4,16%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HT	5,94	a
HCCC	5,82	a
HCCN	5,57	a

ALS_(t)= 0, 602

ANVA para la acidez

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> _{0.05}	<i>Significancia</i>
Muestras	2	0,2245	0,1122	81,98	5,14	*
Error	6	0,0082	0,0014			
Total	8	0,2327				

CV= 13,45%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	0,44	a
HCCC	0,32	b
HT	0,063	c

ALS_(t)= 0, 0927

Anexo 5

Resumen de los resultados de los datos de las coordenadas de color para las harinas del cacao criollo y CCN 51

Standard: TESTIGO HARINA GALLETA										Trial 6: HARINA HCCN				Color Assessments		
C - 2° CIE L*a*b*																
Name	L*	a*	b*	C*	h°	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DE*ab					
Std TESTIGO HARINA GALL...	96.33	0.56	5.97	6.00	84.62											
1 HARINA HCCC	70.86	5.67	22.99	23.68	76.16	-25.46	5.10	17.02	17.68	-1.76	31.05	FAIL	Darker	Redder	Yellower	
2 HARINA HCCC	71.11	5.57	22.75	23.42	76.24	-25.21	5.01	16.78	17.43	-1.73	30.70	FAIL	Darker	Redder	Yellower	
3 HARINA HCCC	71.53	5.59	22.78	23.46	76.22	-24.80	5.03	16.81	17.46	-1.74	30.38	FAIL	Darker	Redder	Yellower	
4 HARINA HCCN	71.22	5.64	22.50	23.20	75.92	-25.11	5.08	16.54	17.21	-1.79	30.49	FAIL	Darker	Redder	Yellower	
5 HARINA HCCN	70.35	5.79	22.25	22.99	75.42	-25.98	5.22	16.29	17.00	-1.88	31.10	FAIL	Darker	Redder	Yellower	
6 HARINA HCCN	70.32	5.76	22.18	22.91	75.45	-26.01	5.20	16.21	16.92	-1.87	31.08	FAIL	Darker	Redder	Yellower	

Análisis de varianza para L*, a*, b* y Prueba de Tukey (α=0,05) para el color de las harinas de cáscara del cacao Criollo y CCN 51

Coordenada L*				Coordenada a*			Coordenada b*		
	HT	HCCC	HCCN	HT	HCCC	HCCN	HT	HCCC	HCCN
	96,33	70,86	71,22	0,56	5,67	5,64	5,97	22,99	22,5
	96,83	71,11	70,35	0,62	5,57	5,79	6,09	22,75	22,25
	95,83	71,53	70,32	0,5	5,59	5,76	5,85	22,78	22,18
	288,99	213,5	211,89	1,68	16,83	17,19	17,91	68,52	66,93
Promedio	96,33	71,167	70,63	0,56	5,61	5,73	5,97	22,84	22,31
SD	0,50	0,34	0,51	0,06	0,05	0,0794	0,12	0,1308	0,1682

HT= Harina de trigo; HCCC = Harina de cascara de cacao Criollo; HCCN= Harina de cascara de cacao CCN51

ANVA para la coordenada L*

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Harinas	2	1293,971	646,99	3101	5,14	*
Error	6	1,2519	0,2086			
Total	8	1295,223				

CV= 0,58%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HT	96,33	a
HCCC	71,167	b
HCCN	70,63	b

ALS_(t)= 0, 0927

ANVA para la coordenada a*

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Harinas	2	52,2458	26,123	6171	5,14	*
Error	6	0,0254	0,0042			
Total	8	52,2712				

CV= 1,64%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	5,73	a
HCCC	5,61	a
HT	0,56	b

ALS_(t)= 0, 163

ANVA para la coordenada b*

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Harinas	2	551,8734	275,94	13843	5,14	*
Error	6	0,1196	0,0199			
Total	8	551,993				

CV= 0,83%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	22,84	a
HCCN	22,31	a
HT	5,97	b

ALS_(t)= 0, 3538

Anexo 6

Datos farinográficos para las harinas

Harina de trigo

18/09/2004 09:40:21p.m.			
Test Details			
Test file name	Test.dwp		
Sample Details	C 001		
Test date & time	Septiembre 18, 2004 9:16 pm		
DLW Software version	My Version: 1.3.0.185		
Test run by User	FIA INGPROF		
Sample Details			
Bowl size	300 g	Expected absorption	60.00 %
Base flour amount	300.00 g	Flour weight	300.00 g
Added material solid	0.00 g		
Total added material solid	300.00 g	Water target	180.00 ml
Added material liquid	0.00 ml	Water used	180.00 ml
Moisture basis	14.00 %	Target peak resistance	500 FU
Sample moisture	14.00 %		
Analysis Formula Results			
PeakResistanceInRange(1,20)	718.6 FU	WATargetMC()	65.5 %
DevelopmentTime(1,20)	6.6 min	Stability()	9.2 min
Softening(1,2)	106.5 FU	EnergyAtPeak()	8.7 Wh/kg
BandwidthAtPeak()	110.0 FU		

Harina con 10% de harina de cáscara de cacao Criollo

21/03/2017 03:51:15p.m.			
Test Details			
Test file name	Test.dwp		
Sample Details	C 001		
Test date & time	Marzo 21, 2017 3:29 pm		
DLW Software version	My Version: 1.3.0.185		
Test run by User	FIA INGPROF		
Sample Details			
Bowl size	300 g	Expected absorption	60.00 %
Base flour amount	300.00 g	Flour weight	300.00 g
Added material solid	0.00 g		
Total added material solid	300.00 g	Water target	180.00 ml
Added material liquid	0.00 ml	Water used	180.00 ml
Moisture basis	14.00 %	Target peak resistance	500 FU
Sample moisture	14.00 %		
Analysis Formula Results			
PeakResistanceInRange(1,20)	1,011.4 FU	WATargetMC()	72.8 %
DevelopmentTime(1,20)	8.3 min	Stability()	8.2 min
Softening(1,2)		EnergyAtPeak()	13.5 Wh/kg
BandwidthAtPeak()	171.2 FU		

Harina con 15% de harina de cáscara de cacao Criollo

21/03/2017 04:28:20p.m.			
Test Details			
Test file name	Test.dwp		
Sample Details	C 002		
Test date & time	Marzo 21, 2017 4:04 pm		
DLW Software version	My Version: 1.3.0.185		
Test run by User	FIA INGPROF		
Sample Details			
Bowl size	300 g	Expected absorption	60.00 %
Base flour amount	300.00 g	Flour weight	300.00 g
Added material solid	0.00 g		
Total added material solid	300.00 g	Water target	180.00 ml
Added material liquid	0.00 ml	Water used	180.00 ml
Moisture basis	14.00 %	Target peak resistance	500 FU
Sample moisture	14.00 %		
Analysis Formula Results			
PeakResistanceInRange(1,20)	886.7 FU	WATargetMC()	69.7 %
DevelopmentTime(1,20)	15.3 min	Stability()	9.6 min
Softening(1,2)		EnergyAtPeak()	22.8 Wh/kg
BandwidthAtPeak()	152.2 FU		

Harina con 20% de harina de cáscara de cacao Criollo

22/03/2017 10:46:13a.m.			
Test Details			
Test file name	Test.dwp		
Sample Details	MUESTRA C 003 OK		
Test date & time	Marzo 22, 2017 10:23 am		
DLW Software version	My Version: 1.3.0.185		
Test run by User	FIA INGPROF		
Sample Details			
Bowl size	300 g	Expected absorption	60.00 %
Base flour amount	300.00 g	Flour weight	300.00 g
Added material solid	0.00 g		
Total added material solid	300.00 g	Water target	180.00 ml
Added material liquid	0.00 ml	Water used	180.00 ml
Moisture basis	14.00 %	Target peak resistance	500 FU
Sample moisture	14.00 %		
Analysis Formula Results			
PeakResistanceInRange(1,20)	620.4 FU	WATargetMC()	63.0 %
DevelopmentTime(1,20)	7.2 min	Stability()	2.2 min
Softening(1,2)	81.9 FU	EnergyAtPeak()	4.6 Wh/kg
BandwidthAtPeak()	84.0 FU		

Harina con 10% de harina de cáscara de cacao CCN51

21/03/2017 12:43:05p.m.			
Test Details			
Test file name	Test.dwp		
Sample Details	N 001		
Test date & time	Marzo 21, 2017 12:20 pm		
DLW Software version	My Version: 1.3.0.185		
Test run by User	FIA INGPROF		
Sample Details			
Bowl size	300 g	Expected absorption	60.00 %
Base flour amount	300.00 g	Flour weight	300.00 g
Added material solid	0.00 g		
Total added material solid	300.00 g	Water target	180.00 ml
Added material liquid	0.00 ml	Water used	180.00 ml
Moisture basis	14.00 %	Target peak resistance	500 FU
Sample moisture	14.00 %		
Analysis Formula Results			
PeakResistanceInRange(1,20)	964.3FU	WATargetMC0	71.6 %
DevelopmentTime(1,20)	7.5 min	Stability0	6.4 min
Softening(1,2)	174.6 FU	EnergyAtPeak0	12.7 Wh/kg
BandwidthAtPeak0	167.7 FU		

Harina con 15% de harina de cáscara de cacao CCN51

21/03/2017 02:44:42p.m.			
Test Details			
Test file name	Test.dwp		
Sample Details			
Test date & time	Marzo 21, 2017 2:20 pm		
DLW Software version	My Version: 1.3.0.185		
Test run by User	FIA INGPROF		
Sample Details			
Bowl size	300 g	Expected absorption	60.00 %
Base flour amount	300.00 g	Flour weight	300.00 g
Added material solid	0.00 g		
Total added material solid	300.00 g	Water target	180.00 ml
Added material liquid	0.00 ml	Water used	180.00 ml
Moisture basis	14.00 %	Target peak resistance	500 FU
Sample moisture	14.00 %		
Analysis Formula Results			
PeakResistanceInRange(1,20)	981.4 FU	WATargetMC0	72.0 %
DevelopmentTime(1,20)	10.9 min	Stability0	13.2 min
Softening(1,2)		EnergyAtPeak0	18.2 Wh/kg
BandwidthAtPeak0	182.0 FU		

Harina con 20% de harina de cáscara de cacao CCN51

22/03/2017 10:16:28a.m.			
Test Details			
Test file name	Test.dwp		
Sample Details	MUESTRA N 003 OK		
Test date & time	Marzo 22, 2017 9:52 am		
DLW Software version	My Version: 1.3.0.185		
Test run by User	FIA INGPROF		
Sample Details			
Bowl size	300 g	Expected absorption	60.00 %
Base flour amount	300.00 g	Flour weight	300.00 g
Added material solid	0.00 g		
Total added material solid	300.00 g	Water target	180.00 ml
Added material liquid	0.00 ml	Water used	180.00 ml
Moisture basis	14.00 %	Target peak resistance	500 FU
Sample moisture	14.00 %		
Analysis Formula Results			
PeakResistanceInRange(1,20)	675.8 FU	WATargetMC0	64.4 %
DevelopmentTime(1,20)	18.4 min	Stability0	15.9 min
Softening(1,2)		EnergyAtPeak0	23.9 Wh/kg
BandwidthAtPeak0	122.2 FU		

Anexo 7

Resultado de compuestos fenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

HCCC (harina de cáscara de cacao Criollo)				HCCN (harina de cáscara de cacao CCN 51)			
Carotenoides (mg carotenos/ 100 g de muestra)	Actividad antioxidante DPPH IC ₅₀ (µg/mL)	Polifenoles (mg AGE/g muestra)	Antocianinas (g cianidina-3-glucosido /g)	Carotenoides (mg carotenos/ 100 g de muestra)	Actividad antioxidante DPPH IC ₅₀ (µg/mL)	Polifenoles (mg AGE/g muestra)	Antocianinas (g cianidina-3-glucosido /g)
7,80	59,05	70,60	1,49	6,07	50,03	57,73	1,39
7,87	59,14	68,19	1,27	5,94	48,90	56,53	1,12
7,69	62,72	69,79	1,53	6,14	47,77	58,67	1,23
23,36	180,91	208,58	4,29	18,15	146,70	172,93	3,74
Promedio	7,79	60,30	1,43	6,05	48,90	57,64	1,25
SD	0,09	2,09	1,23	0,14	1,13	1,07	0,14

Análisis de varianza y Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para compuestos fenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

ANVA para compuestos fenólicos

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	1	211,82	211,82	159,59	7,71	*
Error	4	5,31	1,33			
Total	5	217,13				

CV= 1,81%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	69,53	a
HCCN	57,64	b

ALS₍₀₎= 2,61

ANVA para actividad antioxidante

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	1	195,054	195,05	68,93	7,71	*
Error	4	11,3183	2,8296			
Total	5	206,3723				

CV= 3,08%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	60,30	a
HCCN	48,90	b

ALS₍₀₎= 3,82

ANVA para carotenoides

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	1	4,524	4,524	488,2	7,71	*
Error	4	0,0371	0,0093			
Total	5	4,5611				

CV= 1,39%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	7,79	a
HCCN	6,05	b

ALS₍₀₎= 0,22

ANVA para antocianinas

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	1	0,0504	0,0504	2,65	7,71	n.s.
Error	4	0,0761	0,019			
Total	5	0,1265				

CV= 10,30%

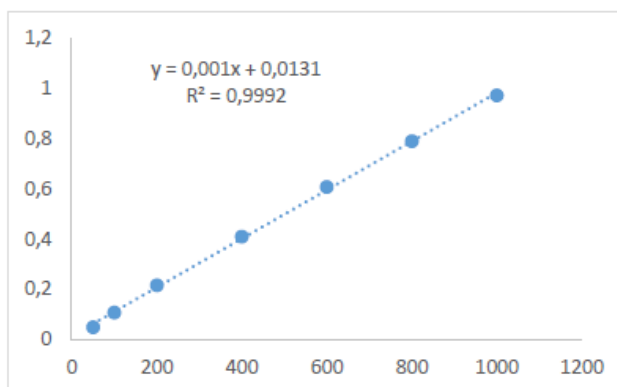
Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	1,43	a
HCCN	1,25	a

ALS₍₀₎= 0,31

Cálculo de compuestos fenólicos

Curva estándar ácido gálico

Concent. Ac. Gálico ug/mL	Absorb
1000	0,972
800	0,79
600	0,607
400	0,409
200	0,215
100	0,107
50	0,048



Ecuación de la recta

Pendiente 0,00097019

Interseccion 0,01312938

$$\text{Absorbancia} = 0,00097(\text{Concentracion}) + 0,0131$$

Muestra	Absorbancias			Concentracion polifenoles (mgAGE/gmuestra)*		
	R1	R2	R3			
Harina cáscara de cacao criollo	0,54	0,522	0,534	70,60	68,19	69,79
Harina cáscara de cacao CCN51	0,444	0,435	0,451	57,73	56,53	58,67

*Polifenoles = (((Abs.- 0,0131)/0,00097)*FD)/Concent. extracto (g/mL))/1000

FD = factor de dilución (10)

Concentrac. Extracto = 77 mg/mL

Cálculo actividad antioxidante

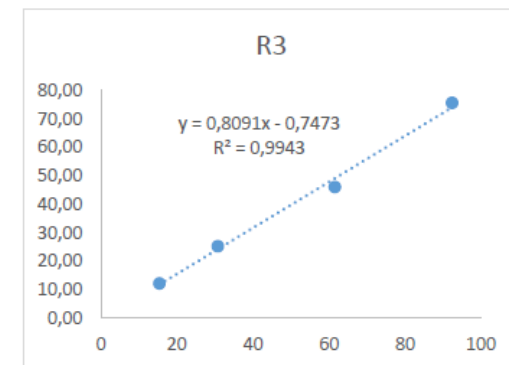
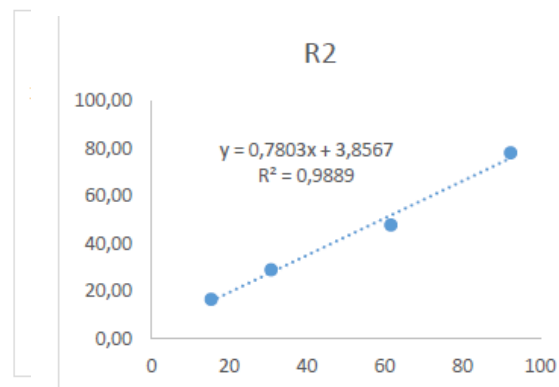
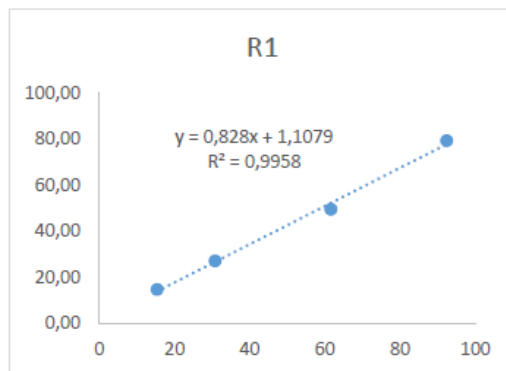
Control: 0,973

Harina cáscara cacao criollo

Concentración (ug/mL)	Absorbancias			% Inhibicion			IC50 (ug/mL)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
15,4	0,831	0,811	0,855	14,59	16,65	12,13	59,05	59,14	62,72
30,8	0,71	0,691	0,728	27,03	28,98	25,18			
61,6	0,492	0,508	0,525	49,43	47,79	46,04			
92,4	0,203	0,212	0,237	79,14	78,21	75,64			

Ecuación de la recta:

	R1	R2	R3
Pendiente	0,8280	0,7803	0,8091
Interseccion	1,1079	3,8567	-0,7473
Correlacion	0,9958	0,9983	0,9943



Anexo 8

Resultado del contenido de fibra soluble e insoluble en harina de cáscara de cacao Criollo y harina de cáscara de cacao CCN 51

	HCCC		HCCN	
	% fibra soluble	% fibra insoluble	% fibra soluble	% fibra insoluble
	3,11	52,65	3,52	51,83
	3,02	52,57	3,47	51,9
	2,93	52,49	3,42	51,96
	9,06	157,71	10,41	155,69
Promedio	3,02	52,57	3,47	51,9
SD	0,09	0,08	0,05	0,07

Análisis de varianza y Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

ANVA para fibra soluble

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft_{0.05}</i>	<i>Significancia</i>
Muestras	1	0,3038	0,3038	57,31	7,71	*
Error	4	0,0212	0,0053			
Total	5	0,325				

CV= 2,24%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	3,47	a
HCCC	3,02	b

ALS₍₀₎= 0,17

ANVA para fibra insoluble

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft_{0.05}</i>	<i>Significancia</i>
Muestras	1	0,6801	0,6801	127,9	7,71	*
Error	4	0,0213	0,0053			
Total	5	0,7013				

CV= 0,14%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	52,57	a
HCCN	51,9	b

ALS₍₀₎= 0,17

Anexo 9

Resultado del contenido de minerales en las muestras de harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Harina de cáscara de cacao Criollo

	Nitrógeno (base seca) %	Fósforo %	Calcio %	Magnesio %	Potasio %	Sodio %	Cobre ppm	Fierro ppm	Zinc ppm	Manganeso ppm
	1,04	0,57	0,51	0,04	3,00	0,15	6,20	18,66	175,70	32,67
	1,11	0,50	0,72	0,06	2,95	0,20	6,70	18,54	176,18	33,19
	1,19	0,63	0,62	0,02	3,05	0,17	5,70	18,78	176,66	32,05
	3,34	1,71	1,85	0,13	9,01	0,52	18,60	55,98	528,54	97,91
Promedio	1,113	0,568	0,615	0,042	3,002	0,173	6,200	18,660	176,180	32,637
SD	0,08	0,06	0,11	0,02	0,05	0,02	0,50	0,12	0,48	0,57

Harina de cáscara de cacao CCN 51

	Nitrógeno (base seca) %	Fósforo %	Calcio %	Magnesio %	Potasio %	Sodio %	Cobre ppm	Fierro ppm	Zinc ppm	Manganeso ppm
	0,90	0,82	0,70	0,09	3,70	0,25	2,97	20,67	181,08	34,07
	0,82	0,75	0,67	0,01	3,76	0,21	2,99	20,82	181,20	34,16
	0,98	0,68	0,73	0,05	3,64	0,17	2,95	20,97	181,14	33,98
	2,70	2,26	2,11	0,14	11,11	0,63	8,91	62,46	543,42	102,21
Promedio	0,900	0,752	0,703	0,046	3,704	0,210	2,970	20,820	181,140	34,070
SD	0,08	0,07	0,03	0,04	0,06	0,04	0,02	0,15	0,06	0,09

Análisis de varianza y Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para contenidos de minerales

ANVA para nitrógeno

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	0,0683	0,0683	11,35	7,71	*
Error	4	0,0241	0,006			
Total	5	0,0923				

CV= 7,71%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	1,11	a
HCCN	0,90	b

ALS₍₀₎= 0,18

ANVA para fósforo

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	0,0506	0,0506	11,24	7,71	*
Error	4	0,018	0,0045			
Total	5	0,0686				

CV= 10,16%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	0,75	a
HCCC	0,57	b

ALS₍₀₎= 0,15

ANVA para calcio

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	0,0116	0,0116	5,16	7,71	n.s.
Error	4	0,009	0,0022			
Total	5	0,0206				

CV= 7,22%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	0,70	a
HCCC	0,62	a

ALS₍₀₎= 0,11

ANVA para magnesio

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	0,000024	0,000024	0,02	7,71	n.s.
Error	4	0,004	0,001			
Total	5	0,00402				

CV= 71,87%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	0,046	a
HCCC	0,042	a

ALS₍₀₎= 0,07

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	0,7392	0,7392	242,36	7,71	*
Error	4	0,0122	0,003			
Total	5	0,7514				

CV= 1,65%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	3,70	a
HCCC	3,00	b

ALS₍₀₎= 0,13

ANVA para Potasio

ANVA para sodio

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	0,0021	0,0021	1,89	7,71	n.s.
Error	4	0,0044	0,0011			
Total	5	0,0064				

CV= 17,22%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	0,21	a
HCCC	0,17	a

ALS₍₀₎= 0,07

ANVA para cobre

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	15,6494	15,6494	124,99	7,71	*
Error	4	0,5008	0,1252			
Total	5	16,1502				

CV= 7,72%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	6,20	a
HCCN	2,97	b

ALS₍₀₎= 0,80

ANVA para hierro

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	6,9984	6,9984	379,32	7,71	*
Error	4	0,0738	0,0184			
Total	5	7,0722				

CV= 0,69%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	20,82	a
HCCC	18,66	b

ALS₍₀₎= 0,31

ANVA para zinc

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	36,9024	36,9024	10251	7,71	*
Error	4	0,0144	0,0036			
Total	5	36,9168				

CV= 0,03%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCN	181,14	a
HCCC	176,18	b

ALS₍₀₎= 0,14

ANVA para manganeso

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	1	8884,262	8884,262	1E+06	7,71	*
Error	4	0,029	0,0072			
Total	5	8884,291				

CV= 0,12%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
HCCC	34,07	a
HCCN	32,64	b

ALS₍₀₎= 0,19

Anexo 10

Resultados de la evaluación sensorial

Atributo color, galletas con harina de cáscara de cacao Criollo

Panelistas	GHCCC		
	T1 10%	T2 15%	T3 20%
1	6	7	6
2	6	6	6
3	6	6	6
4	6	7	7
5	6	6	6
6	6	7	5
7	7	6	6
8	6	6	7
9	6	6	6
10	6	6	6
11	6	6	7
12	6	6	6
13	6	6	6
14	7	6	6
15	6	6	6
16	6	6	6
17	6	7	6
18	6	6	6
19	6	6	6
20	6	6	7
21	5	6	6
22	6	6	6
23	6	6	6
24	6	6	6
25	7	6	7
Total	152	154	154
Promedio	6,08	6,16	6,16

ANVA para atributo color en galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	2	0,1067	0,0533	0,299	3,19073	n.s.
Jueces	24	4	0,1667	0,935	1,74635	n.s.
Error	48	8,56	0,1783			
Total	74	12,667				

CV= 6,88%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T3	6,16	a
T2	6,16	a
T1	6,08	a

ALS_(t)= 0,29

Atributo color, galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

Panelistas	GHCCN		
	T4 10%	T5 15%	T6 20%
1	5	6	7
2	6	6	5
3	6	5	6
4	6	6	6
5	6	6	6
6	6	7	7
7	6	7	6
8	5	6	7
9	7	7	6
10	6	5	6
11	6	6	6
12	6	5	6
13	7	6	6
14	6	6	6
15	5	6	6
16	6	6	5
17	7	7	6
18	6	5	6
19	6	6	6
20	6	7	6
21	5	6	6
22	6	6	7
23	6	5	6
24	6	6	6
25	7	6	6
Total	151	150	151
Promedio	6,04	6,00	6,04

ANVA para atributo color en galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	2	0,0267	0,0133	0,048	3,19073	n.s.
Jueces	24	8,6133	0,3589	1,295	1,74635	n.s.
Error	48	13,307	0,2772			
Total	74	21,947				

CV= 8,73%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	6,04	a
T4	6,04	a
T5	6,00	a

ALS_(t)= 0,37

Atributo sabor, galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

Panelistas	HCCC		
	T1 10%	T2 15%	T3 20%
1	6	6	5
2	6	6	6
3	6	5	6
4	6	5	5
5	6	6	5
6	6	5	5
7	6	5	5
8	5	5	6
9	5	5	5
10	5	6	4
11	5	5	5
12	5	5	5
13	5	6	5
14	5	6	6
15	6	5	7
16	5	6	6
17	6	5	6
18	6	5	5
19	5	6	6
20	6	5	5
21	6	5	5
22	5	6	5
23	6	5	6
24	5	6	6
25	6	5	5
Total	139	135	135
Promedio	5,56	5,40	5,40

ANVA para atributo sabor en galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

FV	GL	SC	CM	F	F _{t 0,05}	Significancia
Muestras	2	0,42666	0,21333	0,6305	3,190727	n.s.
Jueces	24	5,92	0,24667	0,7291	1,746353	n.s.
Error	48	16,24	0,33833			
Total	74	22,5866				

CV= 10,67%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T1	5,56	a
T3	5,40	a
T2	5,40	a

ALS₀= 0,41

Atributo sabor, galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

Panelistas	HCCN		
	T4 10%	T5 15%	T6 20%
1	6	6	5
2	6	5	6
3	6	6	5
4	6	6	6
5	6	6	6
6	5	5	5
7	6	6	6
8	6	6	6
9	5	5	6
10	5	5	6
11	6	5	5
12	5	5	6
13	5	6	5
14	5	6	6
15	6	5	6
16	5	5	6
17	6	6	5
18	6	6	6
19	6	6	6
20	5	6	5
21	5	5	6
22	5	6	5
23	6	5	5
24	6	6	5
25	6	5	6
Total	140	139	140
Promedio	5,60	5,56	5,60

ANVA para atributo sabor en galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	2	0,026667	0,01333	0,0535	3,190727	n.s.
Jueces	24	6,186667	0,25778	1,0334	1,746353	n.s.
Error	48	11,97333	0,24944			
Total	74	18,18667				

CV= 8,94%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	5,60	a
T4	5,60	a
T5	5,56	a

ALS₍₀₎= 0,35

Atributo aroma, galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

Panelistas	HCCC		
	T1 10%	T2 15%	T3 20%
1	6	6	6
2	7	6	6
3	6	6	6
4	7	6	5
5	5	6	5
6	6	6	6
7	5	7	6
8	5	5	6
9	6	5	5
10	5	5	5
11	6	5	6
12	5	6	5
13	6	6	6
14	5	5	6
15	5	5	6
16	5	6	5
17	6	5	5
18	6	5	6
19	5	5	6
20	6	6	6
21	6	6	6
22	5	5	6
23	5	6	5
24	6	6	6
25	5	6	5
Total	140	141	141
Promedio	5,60	5,64	5,64

ANVA para atributo aroma en galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Muestras	2	0,02666	0,013333	0,0286	3,190727	n.s.
Jueces	24	9,54666	0,636444	1,3664	1,746353	n.s.
Error	48	13,9733	0,465778			
Total	74	23,5466				

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T3	5,64	a
T2	5,64	a
T1	5,60	a

CV= 12,13%

ALS₍₀₎= 0,48

Atributo aroma, galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

Panelistas	HCCN		
	T4 10%	T5 15%	T6 20%
1	6	7	6
2	6	6	6
3	6	6	5
4	5	4	6
5	5	5	6
6	6	5	5
7	5	5	6
8	6	5	5
9	6	5	7
10	5	5	5
11	5	6	5
12	6	5	5
13	6	6	6
14	6	5	5
15	5	6	6
16	6	6	5
17	6	7	6
18	6	6	6
19	6	6	5
20	5	7	6
21	6	5	7
22	5	5	6
23	5	6	5
24	6	5	5
25	5	7	6
Total	140	141	141
Promedio	5,60	5,64	5,64

ANVA para atributo aroma en galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Sig.
Muestras	2	0,02666	0,013333	0,0310	3,190727	n.s.
Jueces	24	10,88	0,453333	1,0542	1,746353	n.s.
Error	48	20,64	0,43			
Total	74	31,5466				

CV= 0,15%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	5,64	a
T5	5,64	a
T4	5,60	a

ALS₀= 0,46

Atributo textura, galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

Panelistas	HCCC		
	T1 10%	T2 15%	T3 20%
1	5	5	5
2	5	5	5
3	5	6	5
4	5	4	5
5	5	6	4
6	6	5	5
7	6	5	5
8	4	5	5
9	5	4	6
10	5	5	5
11	4	5	5
12	5	4	5
13	5	5	5
14	4	5	5
15	5	5	4
16	6	5	5
17	4	4	6
18	5	5	4
19	6	5	5
20	4	6	5
21	5	5	5
22	5	5	5
23	4	5	5
24	5	5	5
25	5	5	5
Total	123	124	124
Promedio	4,92	4,96	4,96

ANVA para atributo textura en galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0.05}	Sig.
Muestras	2	0,02667	0,0133333	0,0231	3,190727	n.s.
Jueces	24	4,45333	0,2968888	0,5146	1,746353	n.s.
Error	48	17,3067	0,5768888			
Total	74	21,7867				

CV= 10,38%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T3	4,96	a
T2	4,96	a
T1	4,92	a

ALS₍₀₎= 0,36

Atributo textura, galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

Panelistas	HCCN		
	T4 10%	T5 15%	T6 20%
1	6	6	4
2	6	5	5
3	5	5	5
4	5	5	6
5	4	5	5
6	5	5	5
7	5	5	5
8	4	5	5
9	4	5	5
10	5	4	5
11	5	5	5
12	5	5	5
13	4	6	5
14	4	5	6
15	6	4	5
16	5	5	5
17	5	4	5
18	4	4	6
19	5	5	4
20	5	5	5
21	5	4	5
22	5	5	5
23	5	5	5
24	5	6	5
25	6	5	4
Total	123	123	125
Promedio	4,92	4,92	5,00

ANVA para atributo textura en galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0.05}	Sig.
Muestras	2	0,10667	0,0533333	0,0804	3,190727	n.s.
Jueces	24	3,78667	0,2524444	0,3806	1,746353	n.s.
Error	48	19,8933	0,6631111			
Total	74	23,7867				

CV= 9,93%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	5,00	a
T5	4,92	a
T4	4,92	a

ALS_(t)= 0,34

Atributo aceptabilidad general, galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

Panelistas	HCCC		
	T1 10%	T2 15%	T3 20%
1	6	6	5
2	5	6	5
3	5	6	6
4	6	6	6
5	6	6	5
6	5	5	6
7	5	5	6
8	6	6	5
9	6	5	5
10	5	6	6
11	6	6	5
12	5	6	5
13	5	6	6
14	5	5	6
15	6	6	6
16	5	6	6
17	6	4	6
18	6	5	6
19	5	6	5
20	5	5	6
21	6	5	6
22	6	6	5
23	5	5	6
24	6	6	5
25	6	5	5
Total	138	139	139
Promedio	5,52	5,56	5,56

ANVA para atributo aceptabilidad general en galleta con harina de cáscara de cacao Criollo

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0.05}	Sig.
Muestras	2	0,02666	0,0133333	0,0369	3,190727	n.s.
Jueces	24	3,25333	0,135555	0,3759	1,746353	n.s.
Error	48	17,3066	0,360555			
Total	74	20,5866				

CV= 13,93%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T3	5,56	a
T2	5,56	a
T1	5,52	a

ALS_(t)= 0,53

Atributo aceptabilidad general, galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

Panelistas	HCCN		
	T4 10%	T5 15%	T6 20%
1	7	6	5
2	6	6	5
3	7	6	5
4	5	5	6
5	4	5	6
6	5	6	5
7	6	5	6
8	6	5	6
9	6	5	6
10	5	6	5
11	6	5	5
12	5	5	6
13	5	6	6
14	6	6	6
15	6	6	5
16	6	6	5
17	5	5	6
18	5	6	5
19	5	6	6
20	6	5	6
21	6	5	6
22	5	5	5
23	5	5	5
24	6	6	6
25	5	6	5
Total	139	138	138
Promedio	5,56	5,52	5,52

ANVA para atributo aceptabilidad general en galleta con harina de cáscara de cacao CCN 51

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0.05}	Sig.
Muestras	2	0,02666	0,013333	0,0222	3,190727	n.s.
Jueces	24	6,66666	0,277777	0,4636	1,746353	n.s.
Error	48	17,9733	0,599111			
Total	74	24,6666				

CV= 0,01%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T4	5,56	a
T6	5,52	a
T5	5,52	a

ALS₍₀₎= 0,62

Anexo 11

Resultado de los promedios de características físicas de las galletas de mayor aceptación (T3) y (T6)

Peso de galletas

TESTIGO	GHCCC T3	GHCCN T6
9,35	9,99	10,69
9,49	10,53	10,69
10,43	10,21	10,69
10,52	9,10	10,11
11,16	11,04	9,65
9,93	10,17	10,29
10,29	10,14	9,09
10,15	10,77	10,26
9,82	10,56	10,42
10,18	9,94	10,41
10,37	10,08	9,88
9,08	9,72	10,22
120,77	122,25	122,40

Promedio	10,06	10,19	10,20
S.D.	0,57	0,51	0,47

ANVA para el peso medio de galletas

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	2	0,13527	0,06763	0,2507	3,28491	n.s.
Error	33	8,90191	0,26975			
Total	35	9,03718				

CV= 5,12%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	10,20	a
T3	10,19	a
Testigo	10,06	a

ALS₍₀₎ = 0,52

Espesor de galletas

TESTIGO	GHCCC T3	GHCCN T6
0,73	0,82	0,85
0,74	0,7	0,75
0,71	0,8	0,79
0,8	0,75	0,75
0,82	0,78	0,75
0,83	0,82	0,74
0,85	0,73	0,7
0,75	0,75	0,78
0,78	0,8	0,77
0,82	0,8	0,8
0,8	0,82	0,87
0,73	0,79	0,83
9,36	9,36	9,38

Promedio	0,78	0,78	0,781
S.D.	0,04	0,03	0,04

ANVA para el espesor de las galletas

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	2	2,22E-05	1,11E-05	0,0054	3,28491	n.s.
Error	33	0,06737	0,00204			
Total	35	0,06739				

CV= 5,79%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	0,781	a
T3	0,78	a
Testigo	0,78	a

ALS₍₀₎ = 0,045

Diámetro de galletas

TESTIGO	GHCC T3	GHCC T6
4,52	4,38	4,41
4,46	4,54	4,5
4,48	4,5	4,4
4,53	4,62	4,5
4,5	4,46	4,48
4,6	4,48	4,51
4,45	4,4	4,52
4,5	4,5	4,51
4,54	4,74	4,42
4,5	4,3	4,47
4,62	4,5	4,52
4,46	4,35	4,54

54,16 53,77 53,78

Promedio	4,51	4,48	4,48
S.D.	0,053	0,119	0,047

ANVA para el diámetro de las galletas

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft 0.05</i>	<i>Significancia</i>
Muestras	2	0,00823	0,00411	0,636	3,28491	n.s.
Error	33	0,21372	0,00647			
Total	35	0,22196				

CV= 1,79%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	4,48	a
T3	4,48	a
Testigo	4,51	a

ALS₍₀₎= 0,08

Anexo 12

pH, acidez e índice de peróxido de galletas; análisis de variancia y prueba de tuckey ($\alpha=0,05$)

Para pH

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
6,46	5,72	5,86
6,45	5,69	5,93
6,38	6,65	5,94
19,290	18,060	17,730
Promedio	6,430	6,020
S.D.	0,046	0,043

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
0,095	0,098	0,054
0,081	0,0735	0,1005
0,060	0,098	0,1225
0,236	0,270	0,277

Promedio	0,079	0,090	0,092
S.D.	0,017	0,014	0,035

Para índice de peróxidos

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
3,411	2,775	2,818
3,404	2,793	2,817
3,425	2,784	2,816
10,240	8,352	8,451

Promedio	3,413	2,784	2,817
S.D.	0,010	0,009	0,001

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Sig.
Muestras	2	0,45060	0,22530	2,2403	5,14	n.s.
Error	6	0,60340	0,10057			
Total	8	1,05400				

CV=
ALS₍₀₎= 0,79

10,57%

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Sig.
Muestras	2	0,00033	0,00017	0,2901	5,14	n.s.
Error	6	0,00342	0,00057			
Total	8	0,00375				

Para acidez

CV= 27,45%

ALS₍₀₎= 0,0599

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
Testigo	6,430	a
T3	6,020	a
T6	5,910	a

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T6	0,092	a
T3	0,090	a
Testigo	0,079	a

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Sig.
Muestras	2	0,75276	0,37638	5751,1	5,14	*
Error	6	0,00039	0,00007			
Total	8	0,75316				

ALS₍₀₎= 0,02CV=
0,27
%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
Testigo	3,413	a
T6	2,817	b
T3	2,784	b

Anexo 13

Resultado del análisis químico proximal de las galletas, análisis de variancia y prueba de tuckey ($\alpha=0,05$)

Para el contenido de humedad

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
4,76	4,78	4,77
4,80	4,78	4,75
4,84	4,79	4,76
14,40	14,35	14,28

Promedio	4,80	4,78	4,76
S.D.	0,04	0,006	0,01

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0,05	Significancia
Muestras	2	0,0024	0,0012	2,1	5,14	n.s.
Error	6	0,0035	0,0006			
Total	8	0,0059				

CV= 0,50%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
Testigo	4,80	a
T3	4,78	a
T6	4,77	a

ALS_(t) = 0,06

Para el contenido de grasa

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
11,50	11,31	11,31
11,70	11,26	11,39
11,90	11,21	11,17
35,10	33,78	33,87

Promedio	11,70	11,26	11,29
S.D.	0,20	0,05	0,11

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0,05	Significancia
Muestras	2	0,3626	0,1813	9,91	5,14	*
Error	6	0,1098	0,0183			
Total	8	0,4724				

CV= 1,18%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
Testigo	11,70	a
T6	11,29	b
T3	11,26	b

ALS_(t) = 0,34

Para el contenido de proteína

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
7,95	9,93	9,96
7,98	9,66	9,61
8,02	9,83	9,86
23,95	29,42	29,43

Promedio	7,98	9,81	9,81
S.D.	0,04	0,14	0,18

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0,05	Significancia
Muestras	2	6,6613	3,3306	190,81	5,14	*
Error	6	0,1047	0,0175			
Total	8	6,766				

CV= 1,44%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
Testigo	9,81	a
T6	9,81	b
T3	7,98	c

ALS_(t) = 0,33

Para el contenido de fibra cruda

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
0,57	8,94	9,15
0,57	9,04	9,12
0,55	8,99	8,58
1,69	26,97	26,85
Promedio	0,56	8,99
S.D.	0,012	0,32

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	2	141,346	70,6732	2009	5,14	n.s.
Error	6	0,2111	0,0352			
Total	8	141,557				

CV= 3,04%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
T3	8,99	a
T6	8,95	a
Testigo	0,56	b

ALS₍₀₎ = 0,47

Para el contenido de ceniza

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
1,12	4,93	5,04
1,13	5,01	5,09
1,05	5,03	5,15
3,30	14,97	15,28
Promedio	1,10	4,99
S.D.	0,04	0,06

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	2	31,0895	15,5447	6030,2	5,14	*
Error	6	0,0155	0,0026			
Total	8	31,105				

CV= 1,36%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
Testigo	5,093	a
T6	4,99	a
T3	1,10	b

ALS₍₀₎ = 0,13

Para el contenido de carbohidrato

TESTIGO	GHCCC (T3)	GHCCN (T6)
73,83	60,13	60,08
73,86	60,19	60,17
73,89	60,22	60,05
221,58	180,54	180,30
Promedio	73,86	60,18
S.D.	0,03	0,06

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Muestras	2	376,486	188,243	81844	5,14	*
Error	6	0,0138	0,0023			
Total	8	376,5				

CV= 0,07%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
Testigo	73,86	a
T3	60,18	b
T6	60,10	c

ALS₍₀₎ = 0,12

Anexo 14

Resultado del contenido de fibra soluble e insoluble de las galletas, análisis de variancia y prueba de tuckey ($\alpha=0,05$)

% fibra soluble				% fibra insoluble			
	Testigo	GHCCC	GHCCN	Testigo	GHCCC	GHCCN	
	1,01	3,11	3,52	3,30	6,72	6,92	
	1,08	3,02	3,47	3,32	6,36	6,72	
	0,94	2,93	3,42	3,63	6,00	7,12	
	3,03	9,06	10,41	10,25	19,08	20,76	
Promedio	1,01	3,02	3,47	3,42	6,36	6,92	
SD	0,07	0,09	0,05	0,19	0,36	0,20	

ANVA para el contenido de fibra soluble

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0.05}	Significancia
Galletas	2	10,2942	5,1471	996,2	5,14	*
Error	6	0,031	0,0052			
Total	8	10,3252				

CV= 2,88%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	3,47	a
GHCCC	3,02	b
Testigo	1,01	c

ALS₍₀₎ = 0,18

ANVA para para el contenido de fibra insoluble

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0.05}	Significancia
Galletas	2	21,2502	10,625	156,4	5,14	n.s.
Error	6	0,4077	0,0679			
Total	8	21,6578				

CV= 4,68%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	6,92	a
GHCCC	6,36	b
Testigo	3,42	c

ALS₍₀₎ = 0,65

Anexo 15

Resumen de los resultados de los datos de las coordenadas de color para las galletas

Standard: TESTIGO		Trial 1: T1 HCCC											Color Assessments			
C- 2° CIE L*a*b*		L*	a*	b*	C*	h°	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DE*ab				
Std	TESTIGO	80.23	-0.73	30.40	30.41	91.37										
1	T1 HCCC	67.16	4.65	24.97	25.40	79.44	-13.07	5.38	-5.43	-5.01	-5.77	15.14	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
2	T1 HCCC	66.93	6.01	25.37	26.07	76.68	-13.30	6.73	-5.03	-4.33	-7.20	15.73	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
3	T1 HCCC	67.30	4.58	24.78	25.20	79.52	-12.93	5.31	-5.62	-5.21	-5.71	15.07	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
4	T2 HCCC	63.81	7.39	23.98	25.09	72.87	-16.42	8.12	-6.42	-5.32	-8.88	19.41	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
5	T2 HCCC	63.44	7.01	24.80	25.77	74.21	-16.79	7.74	-5.60	-4.63	-8.35	19.32	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
6	T2 HCCC	61.35	8.06	22.78	24.17	70.53	-18.88	8.78	-7.61	-6.24	-9.81	22.17	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
7	T3 HCCC	58.99	8.91	22.63	24.32	68.52	-21.24	9.63	-7.77	-6.09	-10.77	24.58	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
8	T3 HCCC	59.86	8.55	22.67	24.22	69.34	-20.37	9.27	-7.73	-6.18	-10.37	23.68	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
9	T3 HCCC	60.27	8.42	22.73	24.24	69.67	-19.96	9.15	-7.67	-6.17	-10.22	23.26	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
10	T1 HCCN	68.69	5.00	22.65	23.20	77.55	-11.54	5.73	-7.75	-7.21	-6.39	15.03	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
11	T1 HCCN	68.83	5.00	23.60	24.13	78.03	-11.40	5.73	-6.79	-6.28	-6.29	14.46	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
12	T1 HCCN	69.80	5.14	24.42	24.95	78.12	-10.43	5.86	-5.98	-5.45	-6.35	13.38	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
13	T2 HCCN	63.92	7.30	24.55	25.62	73.43	-16.31	8.03	-5.85	-4.79	-8.70	19.10	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
14	T2 HCCN	63.47	7.02	25.45	26.40	74.58	-16.76	7.74	-4.95	-4.01	-8.27	19.12	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
15	T2 HCCN	63.69	6.32	24.57	25.37	75.58	-16.54	7.04	-5.83	-5.04	-7.63	18.90	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
16	T3 HCCN	59.70	9.64	23.76	25.64	67.92	-20.53	10.36	-6.64	-4.77	-11.35	23.94	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
17	T3 HCCN	59.91	8.72	24.63	26.13	70.50	-20.31	9.45	-5.77	-4.28	-10.21	23.14	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow
18	T3 HCCN	60.26	8.91	24.40	25.53	73.33	-19.97	9.64	-6.00	-4.43	-10.45	22.97	FAIL	Darker	Less Green	Less Yellow

Datos entre la galleta testigo (100% harina de trigo) (GHT) y galletas elaboradas con sustitución de 10% de harinas de cáscara de cacao Criollo (GHCCC) y CCN51 (GHCCN)

	Coordenada L*			Coordenada a*			Coordenada b*		
	GHT	GHCCC	GHCCN	GHT	GHCCC	GHCCN	GHT	HCCC	HCCN
	80,23	67,16	68,69	-0,73	4,65	5,00	30,40	24,97	22,63
	80,23	66,93	68,83	-0,73	6,01	5,00	30,40	25,37	22,67
	80,23	67,30	69,80	-0,73	4,58	5,14	30,40	24,78	22,73
	240,69	201,39	207,32	-2,19	15,24	15,14	91,20	75,12	68,03
Promedio	80,23	67,13	69,11	-0,73	5,08	5,05	30,40	25,04	22,68
SD	0,00	0,19	0,61	0,00	0,81	0,08	0,00	0,30	0,05

HT= Harina de trigo; HCCC = Harina de cascara de cacao Criollo; HCCN= Harina de cascara de cacao CCN51

Análisis de varianza para L*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	299,2458	149,6229	1121,2	5,14	*
Error	6	0,8007	0,1334			
Total	8	300,0464				

CV= 0,51%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHT	80,23	a
GHCCN	69,11	b
GHCCC	67,13	c

ALS₀= 0, 915

Análisis de varianza para a*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	67,1271	33,5635	153,39	5,14	*
Error	6	1,3129	0,2188			
Total	8	68,44				

CV= 14,93%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	5,08	a
GHCCN	5,047	a
GHT	-0,73	b

ALS₀= 1,17

Análisis de varianza para b*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	93,9648	46,9824	1511,8	5,14	*
Error	6	0,1865	0,0311			
Total	8	94,1513				

CV= 0,68%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHT	30,40	a
GHCCC	25,04	b
GHCCN	22,68	c

ALS₀= 0, 441

Datos entre la galleta testigo (100% harina de trigo) (GHT) y galletas elaboradas con sustitución de 15% de harinas de cáscara de cacao Criollo (GHCCC) y CCN51 (GHCCN)

Coordenada L*			
GHT	GHCCC	GHCCN	
80,23	63,81	63,92	
80,23	63,44	63,47	
80,23	61,35	63,69	
240,69	188,60	191,08	
Promedio	80,23	62,87	63,69
SD	0,00	1,33	0,23

Coordenada a*		
GHT	GHCCC	GHCCN
-0,73	7,39	7,30
-0,73	7,01	7,02
-0,73	8,06	6,32
-2,19	22,46	20,64
-0,73	7,49	6,88
0,00	0,53	0,51

Coordenada b*		
GHT	HCCC	HCCN
30,40	23,98	24,55
30,40	24,80	25,45
30,40	22,78	24,57
91,20	71,56	74,57
30,40	23,85	24,86
0,00	1,02	0,51

Análisis de varianza para L*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	575,6301	287,815	477,02	5,14	*
Error	6	3,6201	0,6034			
Total	8	579,2502				

CV= 1,13%

Análisis de varianza para a*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	125,7938	62,8969	351,1	5,14	*
Error	6	1,0749	0,1791			
Total	8	126,8686				

CV= 9,31%

Análisis de varianza para b*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	74,5941	37,297	86,32	5,14	*
Error	6	2,5925	0,4321			
Total	8	77,1866				

CV= 2,49%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHT	80,23	a
GHCCN	63,69	b
GHCCC	62,867	b

ALS₀= 1,946

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	7,487	a
GHCCN	6,88	a
GHT	-0,73	b

ALS₀= 1,06

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHT	30,4	a
GHCCC	24,86	b
GHCCN	23,85	c

ALS₀= 1,647

Datos entre la galleta testigo (100% harina de trigo) (GHT) y galletas elaboradas con sustitución de 20% de harinas de cáscara de cacao Criollo (GHCCC) y CCN51 (GHCCN)

Coordenada L*			
GHT	GHCCC	GHCCN	
80,23	58,99	59,70	
80,23	59,86	59,91	
80,23	60,27	60,26	
240,69	179,12	179,87	
Promedio	80,23	59,71	59,96
SD	0,00	0,65	0,28

Coordenada a*		
GHT	GHCCC	GHCCN
-0,73	8,91	9,64
-0,73	8,55	8,72
-0,73	8,42	8,91
-2,19	25,88	27,27
-0,73	8,63	9,09
0,00	0,25	0,49

Coordenada b*		
GHT	HCCC	HCCN
30,40	22,63	23,76
30,40	22,67	24,63
30,40	22,73	22,40
91,20	68,03	70,79
30,40	22,68	23,60
0,00	0,05	1,12

Análisis de varianza para L*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	832,2778	416,1389	2461,1	5,14	*
Error	6	1,0145	0,1691			
Total	8	833,2923				

CV= 0,62%

Análisis de varianza para a*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	184,1943	92,0971	919,95	5,14	*
Error	6	0,6007	0,1001			
Total	8	184,795				

CV=5,59%

Análisis de varianza para b*

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	106,7816	53,3908	126,54	5,14	*
Error	6	2,5315	0,4219			
Total	8	109,3132				

CV= 2,54%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHT	80,23	a
GHCCN	59,957	b
GHCCC	59,707	b

ALS₀= 1,03

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	9,09	a
GHCCC	8,627	a
GHT	-0,73	b

ALS₀= 0,792

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHT	30,4	a
GHCCC	23,597	b
GHCCN	22,677	b

ALS₀=1,627

Anexo 16

Datos sobre la dureza de las galletas

- Galleta testigo

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering				
INFORME ESTADISTICO						
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra			
			N	mm	%	
1	GALLETA	TESTIGO	2	83.22	0.52	4.3
2	GALLETA	TESTIGO	3	61.19	0.69	5.7
3	GALLETA	TESTIGO	4	40.64	0.33	2.7
		Mínimo	40.64	0.33	2.7	
		Máximo	83.22	0.69	5.7	
		Promedio	61.68	0.51	4.2	
		Desviación Estandar	21.29	0.18	1.5	

- Galleta con 10% de harina de cáscara de cacao Criollo

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering				
INFORME ESTADISTICO						
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra			
			N	mm	%	
1	GALLETA	T1 HCCN	1	98.31	1.42	11.7
2	GALLETA	T1 HCCN	2	87.00	1.29	10.7
3	GALLETA	T1 HCCN	3	82.26	0.78	6.4
		Mínimo	82.26	0.78	6.4	
		Máximo	98.31	1.42	11.7	
		Promedio	89.190	1.16	9.6	
		Desviación Estandar	8.24	0.34	2.8	

- Galleta con 15% de harina de cáscara de cacao Criollo

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering				
INFORME ESTADISTICO						
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra			
			N	mm	%	
1	GALLETA	T2 HCCC	1	130.92	0.86	7.1
2	GALLETA	T2 HCCC	2	107.28	0.68	5.6
3	GALLETA	T2 HCCC	3	117.90	0.75	6.2
		Mínimo	107.28	0.68	5.6	
		Máximo	130.92	0.86	7.1	
		Promedio	118.70	0.76	6.3	
		Desviación Estandar	11.84	0.09	0.8	

- Galleta con 20% de harina de cáscara de cacao Criollo

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering				
INFORME ESTADISTICO						
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra			
			N	mm	%	
1	GALLETA	T3 HCCC	1	137.94	1.60	13.2
2	GALLETA	T3 HCCC	2	135.55	1.44	11.9
3	GALLETA	T3 HCCC	3	136.12	1.24	10.2
		Mínimo	135.55	1.24	10.2	
		Máximo	137.94	1.60	13.2	
		Promedio	136.54	1.43	11.8	
		Desviación Estandar	1.25	0.18	1.5	

Galleta con 10% de harina de cáscara de cacao CCN 51

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering				
INFORME ESTADISTICO						
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra	N	mm	
					%	
1	GALLETA	T1 HCCN	1	123.21	1.42	11.7
2	GALLETA	T1 HCCN	2	85.85	1.29	10.7
3	GALLETA	T1 HCCN	3	114.64	0.78	6.4
		Mínimo		85.85	0.78	6.4
		Máximo		123.21	1.42	11.7
		Promedio		107.90	1.16	9.6
		Desviación Estandar		19.57	0.34	2.8

Galleta con 15% de harina de cáscara de cacao CCN 51

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering				
INFORME ESTADISTICO						
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra	N	mm	
					%	
1	GALLETA	T2 HCCN	1	122.50	0.72	6.0
2	GALLETA	T2 HCCN	2	131.10	0.73	6.0
3	GALLETA	T2 HCCN	3	118.15	0.67	5.5
		Mínimo		118.15	0.67	5.5
		Máximo		131.10	0.73	6.0
		Promedio		123.92	0.71	5.8
		Desviación Estandar		6.59	0.03	0.3

Galleta con 20% de harina de cáscara de cacao CCN 51

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering				
INFORME ESTADISTICO						
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra	N	mm	
					%	
1	GALLETA	T3 HCCN	1	125.47	1.30	10.7
2	GALLETA	T3 HCCN	2	134.17	1.41	11.7
3	GALLETA	T3 HCCN	3	160.16	1.42	11.7
		Mínimo		125.47	1.30	10.7
		Máximo		160.16	1.42	11.7
		Promedio		139.93	1.38	11.4
		Desviación Estandar		18.05	0.07	0.6

GHCCC		
10%	15%	20%
98,31	130,92	137,94
87,00	107,28	135,94
82,26	117,90	136,12
267,57	356,10	410,00
Promedio	89,19	118,70
SD	8,25	1,11

GHCCN		
10%	15%	20%
123,21	122,50	125,47
85,85	131,10	134,17
114,64	118,15	160,16
323,70	371,75	419,80
Promedio	107,90	123,92
SD	19,57	18,05

Análisis de varianza para las galletas son harina de cáscara de cacao Criollo

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Galletas	2	49497,1896	24748,59	354,54	5,14	*
Error	6	418,8285	69,8047			
Total	8	49916,0181				

CV= 9,30%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	136,667	a
GHCCC	118,700	a
GHT	89,190	b

ALS (0) = 29,934

Análisis de varianza para las galletas son harina de cáscara de cacao CCN 51

FV	GL	SC	CM	F	Ft 0.05	Significancia
Galletas	2	53595,0142	26797,5	106,88	5,14	*
Error	6	1504,4099	250,735			
Total	8	55099,4241				

CV= 16,19%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	139,933	a
GHCCC	123,917	a
GHT	107,900	b

ALS (0) = 39,676

Anexo 17

Resultado de compuestos fenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en las harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Polifenoles concentr. (mg AGE/g muestra)				Actividad antioxidante DPPH IC ₅₀ (mg/mL)			
	GHT	GHCCC	GHCCN		GHT	GHCCC	GHCCN
	3,30	17,19	13,19		0,00	1,59	2,01
	3,32	17,05	13,71		0,00	1,60	2,03
	3,63	17,71	13,93		0,00	1,59	2,11
	10,25	51,95	40,83		0,00	4,78	6,15
Promedio	3,42	17,32	13,61		0,00	1,59	2,05
SD	0,19	0,35	0,38		0,00	0,01	0,05

Carotenoides mg carotenos/100 g muestra				Antocianinas (g cianidina-3-glucosido/g)			
	GHT	GHCCC	GHCCN		GHT	GHCCC	GHCCN
	0,22	0,85	0,65		0,00	327,00	281,00
	0,20	0,84	0,68		0,00	319,00	274,00
	0,23	0,87	0,69		0,00	336,00	293,00
	0,65	2,56	2,02		0,00	982,00	848,00
Promedio	0,22	0,85	0,67		0,00	327,33	282,67
SD	0,01	0,02	0,02		0,00	8,50	9,61

Análisis de varianza y Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para polifenólicos, actividad antioxidante, carotenoides y antocianinas en las galletas con 20% de harinas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Análisis de varianza para polifenólicos

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	310,8534	155,4267	1556,5	5,14	*
Error	6	0,5991	0,0999			
Total	8	311,4526				

CV=5,59%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	17,32	a
GHCCN	13,61	b
GHT	3,42	c

ALS₀= 0,79

Análisis de varianza para antioxidantes

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	6,9498	3,4749	3679,3	5,14	*
Error	6	0,0057	0,0009			
Total	8	6,9554				

CV=2,53%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	2,05	a
GHCCC	1,59	b
GHT	0,00	c

ALS₀= 0,08

Análisis de varianza para carotenoides

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	0,6465	0,3232	1228	5,14	*
Error	6	0,0016	0,0003			
Total	8	0,6481				

CV=2,79%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	0,85	a
GHCCN	0,67	b
GHT	0,22	c

ALS₀= 0,04

Análisis de varianza para antioxidantes

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	6,9498	3,4749	3679,3	5,14	*
Error	6	0,0057	0,0009			
Total	8	6,9554				

CV=3,64%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	327,33	a
GHCCN	282,67	b
GHT	0,00	c

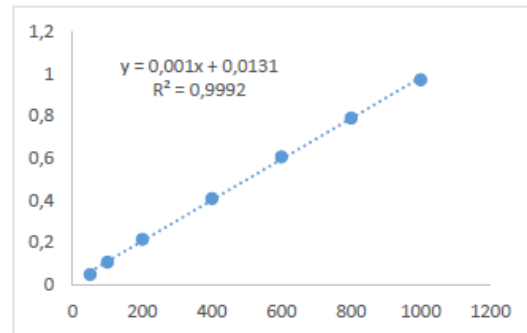
ALS₀= 18,56

Cálculo de compuesto fenólicos y actividad antioxidante para galletas

Polifenoles Galletas

Curva estándar ácido gálico

Concent. Ac. Gálico ug/mL	Absorb
1000	0,972
800	0,79
600	0,607
400	0,409
200	0,215
100	0,107
50	0,048



Ecuación de la recta

Pendiente 0,000970189
Interseccion 0,01312938

$$\text{Absorbancia} = 0,00097(\text{Concentracion}) + 0,0131$$

Muestra	Absorbancias			Concentracion polifenoles (mgAGE/gmuestra)*		
	R1	R2	R3			
Galletas c/Harina cáscara cacao criollo	0,847	0,84	0,872	17,19	17,05	17,71
Galletas c/Harina cáscara cacao CCN51	0,653	0,678	0,689	13,19	13,71	13,93
Galletas Testigo	0,173	0,174	0,189	3,30	3,32	3,63

*Polifenoles = (((Abs.- 0,0131)/0,00097)*FD)/Concent. extracto (g/mL))/1000

FD = factor de dilución (1)

Concentrac. Extracto = 50 mg/mL

Actividad antioxidante Galletas (DPPH)

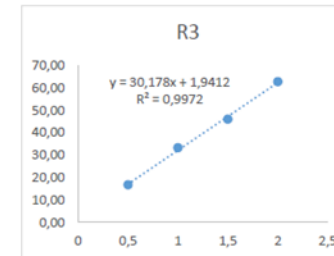
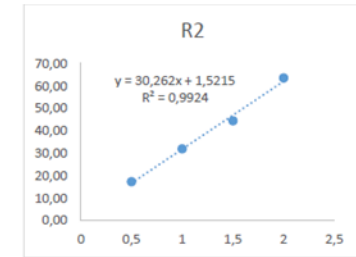
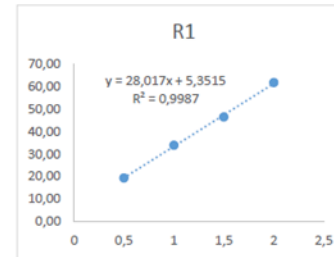
Control: 0,953

Galleta con harina cáscara de cacao criollo

Concentración (ug/mL)	Absorbancias			% Inhibición			IC50 (mg/mL)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0,5	0,769	0,788	0,794	19,31	17,31	16,68	1,59	1,60	1,59
1	0,63	0,648	0,636	33,89	32,00	33,26			
1,5	0,51	0,529	0,515	46,48	44,49	45,96			
2	0,364	0,347	0,355	61,80	63,59	62,75			

Ecuación de la recta:

	R1	R2	R3
Pendiente	28,017	30,262	30,178
Interseccion	5,352	1,522	1,941
Correlacion	0,999	0,992	0,997

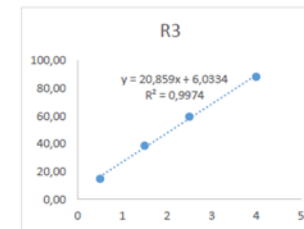
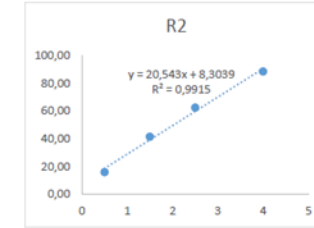
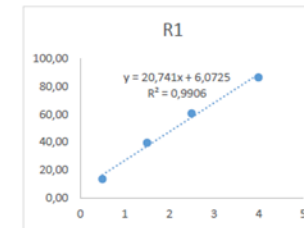


Galleta con harina cascara cacao CCN51

Concentración (ug/mL)	Absorbancias			% Inhibición			IC50 (mg/mL)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0,5	0,824	0,802	0,811	13,54	15,84	14,90	2,01	2,03	2,11
1,5	0,576	0,559	0,584	39,56	41,34	38,72			
2,5	0,374	0,359	0,386	60,76	62,33	59,50			
4,0	0,127	0,112	0,112	86,67	88,25	88,25			

Ecuación de la recta:

	R1	R2	R3
Pendiente	23,610	20,543	20,859
Interseccion	2,536	8,304	6,033
Correlacion	0,997	0,991	0,997



Anexo 18

Resultado del contenido de minerales en las muestras de galletas de cáscara de cacao Criollo y cacao CCN 51

Fósforo (g/100 g)			
	GHT	GHCCC	GHCCN
	0,060	0,148	0,136
	0,078	0,101	0,138
	0,066	0,118	0,150
	0,204	0,367	0,424
Promedio	0,070	0,120	0,140
SD	0,010	0,020	0,010

Calcio (g/100 g)			
	GHT	GHCCC	GHCCN
	0,448	0,535	0,514
	0,488	0,504	0,524
	0,483	0,536	0,519
	1,419	1,575	1,557
Promedio	0,470	0,530	0,520
SD	0,020	0,020	0,010

Magnesio (g/100 g)			
	GHT	HCCC	HCCN
	0,041	0,060	0,057
	0,042	0,059	0,058
	0,041	0,058	0,055
	0,124	0,177	0,170
Promedio	0,040	0,060	0,060
SD	0,001	0,001	0,002

Potasio (g/100 g)			
	GHT	GHCCC	GHCCN
	0,099	0,395	0,408
	0,128	0,380	0,372
	0,082	0,499	0,480
	0,309	1,274	1,260
Promedio	0,100	0,420	0,420
SD	0,020	0,060	0,050

Sodio (g/100 g)			
	GHT	GHCCC	GHCCN
	0,241	0,394	0,211
	0,207	0,339	0,406
	0,348	0,247	0,179
	0,796	0,980	0,796
Promedio	0,270	0,330	0,270
SD	0,070	0,070	0,120

Cobre (ppm)			
	GHT	HCCC	HCCN
	0,260	1,090	1,580
	0,660	1,070	1,140
	0,460	1,130	1,020
	1,380	3,290	3,740
Promedio	0,460	1,100	1,250
SD	0,200	0,030	0,290

Hierro (ppm)			
	GHT	GHCCC	GHCCN
	2,08	4,07	4,11
	3,11	4,22	4,40
	2,25	6,24	5,58
	7,44	14,53	14,09
Promedio	2,48	4,84	4,70
SD	0,55	1,21	0,78

Zinc (ppm)			
	GHT	GHCCC	GHCCN
	10,40	16,16	17,07
	12,33	14,85	15,12
	10,41	17,75	17,81
	33,14	48,76	50,00
Promedio	11,05	16,25	16,67
SD	1,11	1,45	1,39

Manganeso (ppm)			
	GHT	HCCC	HCCN
	0,62	10,22	9,11
	2,93	9,77	9,73
	2,04	10,80	9,45
	5,59	30,79	28,29
Promedio	1,86	10,26	9,43
SD	1,17	0,52	0,31

Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el fósforo

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	0,0087	0,0043	18,42	5,14	*
Error	6	0,0014	0,0002			
Total	8	0,0101				

CV= 13,89%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	0,14	a
GHCCC	0,12	a
GHT	0,07	b

ALS₀= 0,04Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el calcio

FV	GL	SC	CM	F	Ft _{0,05}	Significancia
Galletas	2	0,0049	0,0024	8,77	5,14	*
Error	6	0,0017	0,0003			
Total	8	0,0065				

CV= 3,29%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	0,53	a
GHCCN	0,52	a
GHT	0,47	b

ALS₀= 0,04

Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el magnesio

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Galletas	2	0,0006	0,0003	226,09	5,14	*
Error	6	0,00	0,00			
Total	8	0,0006				

CV= 2,11%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	0,06	a
GHCCN	0,06	a
GHT	0,04	b

ALS₀= 0,003**Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el potasio**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Galletas	2	0,204	0,102	39,4	5,14	*
Error	6	0,0155	0,0026			
Total	8	0,2195				

CV= 16,11%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	0,42	a
GHCCN	0,42	a
GHT	0,10	b

ALS₀= 0,13**Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el sodio**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Galletas	2	0,0075	0,0038	0,43	5,14	*
Error	6	0,0521	0,0087			
Total	8	0,0596				

CV= 32,59%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	0,33	a
GHCCN	0,27	a
GHT	0,27	a

ALS₀= 0,23**Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el cobre**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Galletas	2	1,0467	0,5233	12,28	5,14	*
Error	6	0,2557	0,0426			
Total	8	1,3024				

CV= 22,09%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	1,25	a
GHCCN	1,1	a
GHT	0,46	b

ALS₀= 0,52**Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el Hierro**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Galletas	2	10,5205	5,2602	6,63	5,14	*
Error	6	4,7595	0,7933			
Total	8	15,28				

CV= 22,23%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	4,84	a
GHCCN	4,70	a
GHT	2,48	b

ALS₀= 2,23**Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el Zinc**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Galletas	2	58,8646	29,4323	16,74	5,14	*
Error	6	10,5506	1,7584			
Total	8	69,4152				

CV= 9,05%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCN	16,67	a
GHCCC	16,25	a
GHT	11,05	b

ALS₀= 3,32**Análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el manganeso**

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Ft</i> 0.05	<i>Significancia</i>
Galletas	2	128,5089	64,2544	112,04	5,14	*
Error	6	3,4409	0,5735			
Total	8	131,9498				

CV= 10,54%

Muestras	Prom. Ord.	Sig.
GHCCC	10,26	a
GHCCN	9,43	a
GHT	1,86	b

ALS₀= 1,90

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN GALLETAS DULCES ELABORADAS CON HARINA DE CÁSCARA DEL FRUTO DE CACAO *Theobroma cacao* L.”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Cuál es el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en galletas dulces?</p>	<p>Objetivo general Determinar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en galletas dulces.</p>	<p>Hipótesis general La sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en galletas dulces afecta las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos</p>	<p>INDEPENDIENTE Nivel de sustitución de la harina de trigo (HT) con harina de cáscara del fruto de cacao (HC): Criollo y CCN 51.</p>	<p>Nivel de sustitución: (HT:HC) 90:10% 85:15% 80:20%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características fcoqcas: (g/100g) <p>Humedad, fibra, proteína, ceniza, grasa y carbohidratos.</p>	<p>TIPO Y NIVEL Tipo: Aplicada. Nivel: Explicativo</p>
<p>Problemas específicos PE.1: ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y compuestos bioactivos de las harinas de cáscara del fruto de cacao? PE.2: ¿Cuál será el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao en la elaboración de galletas dulce? PE.3: ¿Qué características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos presentan las galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao?</p>	<p>Objetivos específicos OE 1: Establecer las características fisicoquímicas y componentes bioactivos de las harinas de cáscara del fruto de cacao. OE 2: Determinar el nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao en la elaboración de galletas dulces. OE. 3: Determinar las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en las galletas dulces elaboradas con harina de cáscara de cacao.</p>	<p>Hipótesis específicas HE 1: Las características fisicoquímicas y compuestos bioactivos de las harinas de cáscara del fruto de cacao, son aceptables. HE 2: Es posible determinar el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao en la elaboración de galletas dulces. HE 3: Las características fisicoquímicas, sensoriales y componentes bioactivos son mejores en las galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao.</p>	<p>DEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características fisicoquímicas • Compuestos bioactivos • Características sensoriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Polifenoles totales (mgGAE/100g), • Capacidad antioxidante EC₅₀(g ms/gDPPH) • Antocianinas (g cianidina 3 gluucisido/g) • Carotenoides mg caroteno/100 g muestra • Fibra soluble, insoluble (g/100g) • Minerales: Fósforo, Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio, Cobre, Hierro, Zinc y Manganeso (mg/100 g de muestra) <p>Color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad</p>	<p>MÉTODO Y DISEÑO Método: Experimental Diseño: Experimento puro.</p>

MURILLO BACA, Silvia María.