



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE CACAO (THEOBROMA  
CACAO L.) PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO  
AGROINDUSTRIAL

AUTOR

Francisco Javier Terán Espinosa

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE CACAO (*THEOBROMA  
CACAO L.*) PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO  
AGROINDUSTRIAL

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos”

Profesor Guía

M. Sc. Darío Miguel Posso Reyes

Autor

Francisco Javier Terán Espinosa

Año

2019

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, aprovechamiento de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) para la elaboración de un producto agroindustrial, a través de reuniones periódicas con el estudiante Francisco Javier Terán Espinosa, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Darío Miguel Posso Reyes.  
Máster en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos.  
CC:1713040952

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, aprovechamiento de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) para la elaboración de un producto agroindustrial, del estudiante Francisco Javier Terán Espinosa, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

---

María Raquel Meléndez Jácome  
Máster en Protección Vegetal y Fitofarmacia  
CC:1709384067

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Francisco Javier Terán Espinosa  
CC:1724193295

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia y amigos por el apoyo brindado a lo largo de la carrera.

A mis profesores guía y corrector M. Sc. Darío Posso y M. Sc. Raquel Meléndez por la ayuda en la realización y corrección del trabajo de titulación.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres José Luis y Celmi, a mis hermanos José y Carly por todo el apoyo brindado cuando lo necesite. A mis amigos por las vivencias y tiempo compartido.

## RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo aprovechar la cascarilla de cacao para elaborar un producto agroindustrial. La cascarilla se obtuvo de la empresa "República del cacao" ubicada en el sur de Quito. Se realizó un análisis para cuantificar los componentes de la cascarilla, se determinó que contiene 74.6% de fibra dietaria y 1.55% de teobromina. Se realizaron 4 formulaciones para galletas con 0%, 2%, 4% y 8% de cascarilla de cacao y se seleccionó el tratamiento de mayor aceptación. Luego, se realizó una encuesta a 30 jueces consumidores por triplicado, los jueces evaluaron en una escala del 1 al 7 las variables color, olor, sabor y textura. Con los resultados de la encuesta se realizó la prueba de Friedman con un valor  $p > 0.05$ . Se determinó que el tratamiento de mayor aceptación es el T538 que corresponde a la galleta con 2% de cascarilla de cacao. Finalmente, se realizó un análisis bromatológico de la galleta y se determinó que contiene 57.63% de carbohidratos, 13.87% de azúcares, 20.96% de grasa, 15.5% de fibra dietaria, 8.3% de proteína y 0.0324% de teobromina, la galleta aporta 135 Kcal por 30 gramos de porción.

**Palabras clave:** Cascarilla de cacao, fibra dietaria, teobromina, galleta.

## ABSTRACT

This work had the objective of taking advantage of the cocoa shell to elaborate an agro-industrial product. The shell was obtained from “Republica del cacao”, company located in the south of Quito. Analysis was accomplished to quantify the components of the shell. The composition was 74.6% of dietary fiber and 1.55% of theobromine. Four formulations were tested for biscuit elaboration with 0%, 2%, 4% and 8% of cocoa shell. Then to define the most accepted treatment, a survey was conducted with 3 repetitions to 30 consumer judges, the judges evaluated on a scale of 1 to 7 the variables color, odor, taste and texture. The Friedman test was performed with  $p > 0.05$ . It was determined that the treatment with the highest acceptance was T538, corresponding to the biscuit with 2% of cocoa shell. Finally, a bromatological analysis of the biscuit was made and it was determined that it contains 57.63% of carbohydrates, 13.87% of sugar, 20.96% fat, 15.5% of dietary fiber, 8.3% of protein and 0.0324% of theobromine, the biscuit contributes 135 Kcal for 30 grams of portion.

**Key words:** Cocoa Shell, dietary fiber, theobromine, biscuit.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos .....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Generalidades del cacao .....	3
3.2. Industrialización del cacao .....	4
3.2.1. Proceso Industrial del chocolate.....	6
3.3. Cascarilla de cacao.....	7
3.3.1. Bromatología de la cascarilla de cacao .....	8
3.3.1.1. Teobromina .....	8
3.3.1.2. Fibra .....	9
3.3.2. Aplicaciones para la cascarilla de cacao .....	10
3.3.2.1. Nutrición Animal .....	11
3.3.2.2. Agricultura .....	11
3.3.2.3. Alimentos.....	11
3.3.2.4. Energía.....	12
3.4. La Galleta .....	12
4. METODOLOGÍA .....	13
4.1. Análisis químico de la cascarilla de cacao .....	13
4.2. Proceso para elaborar la galleta.....	14
4.2.1. Descripción de los procesos .....	15
4.2.2. Formulación de la galleta.....	15
4.3. Análisis de aceptabilidad .....	15

4.3.1. Prueba de Friedman.....	16
4.4. Análisis bromatológico de la galleta.....	16
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>17</b>
5.1. Resultado del análisis químico de la cascarilla de cacao .....	17
5.2. Resultado de la elaboración de las galletas.....	18
5.3. Resultado del análisis de aceptabilidad .....	21
5.4. Resultado del análisis bromatológico de la galleta.....	25
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
6.1. Conclusiones.....	27
6.2. Recomendaciones.....	27
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la cascarilla de cacao.....	8
Tabla 2. Composición de carbohidratos no digeribles.....	9
Tabla 3. Métodos utilizados para realizar el análisis químico de la cascarilla de cacao.....	14
Tabla 4. Métodos utilizados para realizar el análisis bromatológico de la galleta.....	16
Tabla 5. Resultados del análisis químico de la cascarilla de cacao.....	17
Tabla 6. Comparación de la composición de la cascarilla.....	18
Tabla 7. Formulación de cada tratamiento.....	18
Tabla 8. Comparación del semáforo nutricional.....	20
Tabla 9. Resultados de la prueba de Friedman.....	22
Tabla 10. Resultados del análisis bromatológico de la galleta.....	25
Tabla 11. Comparación del aporte nutricional de la galleta.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los países productores de cacao.....	4
Figura 2. Proceso de transformación del cacao con sus subproductos y desperdicios.....	5
Figura 3. Cascarilla de cacao.....	7
Figura 4. Proceso para elaborar la galleta.....	14
Figura 5. Galletas con cascarilla de cacao.....	19
Figura 6. Ejecución de la encuesta de aceptabilidad.....	21
Figura 7. Porcentaje de preferencia de los tratamientos.....	24

## 1. INTRODUCCIÓN

El cacao es importante para la economía del Ecuador. En el año 2017 se exportaron 689 millones de dólares entre cacao y sus derivados lo cual posiciona al cacao como el quinto producto de exportación no petrolero (BCE, 2018). De la industrialización del cacao se puede obtener productos de cosmetología, panadería, pastelería, galletería, además de la fabricación artesanal o industrial de barras, tabletas, rellenos, entre otros. La calidad de los productos puede variar dependiendo de la variedad del cacao, el manejo del cultivo y los procesos de transformación (Batista, 2009).

En la industria cacaotera se utiliza principalmente la almendra del cacao y esto provoca un 90% de residuos con respecto al peso fresco total del fruto (Humberto, Sangronis y Unai, 2008). De Los granos de cacao se aprovecha aproximadamente el 85% para su industrialización, el 15% es considerado desecho y de este último, el 12% es cascarilla de cacao (Murillo, Miguel y Jara, 2006).

La cascarilla se retira junto al germen luego del proceso de tostado. En algunos casos se le considera subproducto y en otras ocasiones se le considera desecho, Cabe mencionar que en el mundo se producen 700.000 toneladas de cascarilla de cacao al año (Okiyama, Navarro y Rodrigues, 2017). En la actualidad, se ha dado mayor importancia a los subproductos generados en la agricultura por la escasez de recursos y la contaminación ambiental que causan estos desechos (Okiyama et al., 2017). Además, se ha incrementado el interés en estos residuos por el valor nutricional que pueden aportar a los alimentos y las ganancias económicas que conlleva su aprovechamiento (Okiyama et al., 2017).

Varias investigaciones se han realizado para usar los desperdicios de la industrialización del cacao como ingrediente de alimentos o algún otro tipo de valor agregado, por ejemplo, se extrajo pectinas de la cascara de cacao para elaborar mermeladas (Mendoza Vargas, Jiménez Forero y Ramírez Niño, 2017). En el caso de la cascarilla de cacao se ha demostrado que añadir un 30% cascarilla de cacao

alcalinizada en yogures y quesos crema incrementa la viscosidad de los alimentos gracias a su capacidad de retener agua (Chronopoulos, Zuurbier, Brandstetter y Jung, 2011). También, se ha realizado extracción de polifenoles, teobromina, cafeína obteniendo 1900 mg de polifenoles, 680 mg de teobromina y 65 mg de cafeína por cada 100 gramos de cascarilla de cacao (Bradbury y Kopp, 2006). Además, se ha usado también en la preparación de alimentos altos en fibra como, galletas, pasteles, chocolates y como antioxidante de beef horneado y de aceites (Okiyama et al., 2017).

En el presente trabajo se realizó un análisis nutricional de la cascarilla de cacao, con el fin de formular una galleta alta en fibra y con teobromina como estimulante. Las galletas formuladas fueron evaluadas por jueces consumidores mediante una encuesta, para conocer la aceptabilidad de la galleta, finalmente se realizó un análisis bromatológico de la galleta para conocer su aporte nutricional. El estudio ayuda a que las empresas tengan información de cómo aprovechar sus residuos y para que se generen nuevas investigaciones sobre el tema.

Las empresas que elaboran chocolate generan grandes cantidades de cascarilla de cacao. Por ejemplo, la empresa “Republica de Cacao”, ubicada en el Sur de Quito produce aproximadamente 400 Kg/semana de cascarilla de cacao. Este desecho genera un costo adicional para la empresa ya que no se lo aprovecha en ningún otro proceso y para ser desechado se debe contratar gestores ambientales autorizados. Por esta razón las empresas están interesadas en aprovechar la cascarilla de cacao para ampliar su gama de productos, generar nuevos ingresos y oportunidades de empleo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Aprovechar la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) para elaborar un producto agroindustrial.

## **2.2. Objetivos Específicos**

Cuantificar el contenido de fibra, proteína, grasa, humedad, cenizas y teobromina presentes en la cascarilla de cacao mediante un análisis químico.

Desarrollar una formulación para una galleta alta en fibra.

Valorar la aceptabilidad de la galleta mediante pruebas hedónicas.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Generalidades del cacao**

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es una planta originaria del sur de América de países como Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, en los cuales se ha encontrado la mayor variedad de especies (Enríquez y Paredes, 1983). El cacao crece en localidades con una temperatura que no sea inferior a 15°C y de temperatura óptima de crecimiento entre 25 y 26°C (Enríquez y Paredes, 1983). Se siembran principalmente 3 variedades, el cacao criollo o dulce que es el más cotizado por sus características organolépticas, el cacao forastero o amargo y el cacao trinitario resultado del cruce del cacao criollo y forastero (Melba y Isidro, 2006).

Los principales productores de cacao se encuentran en América, Asia, África y Oceanía.



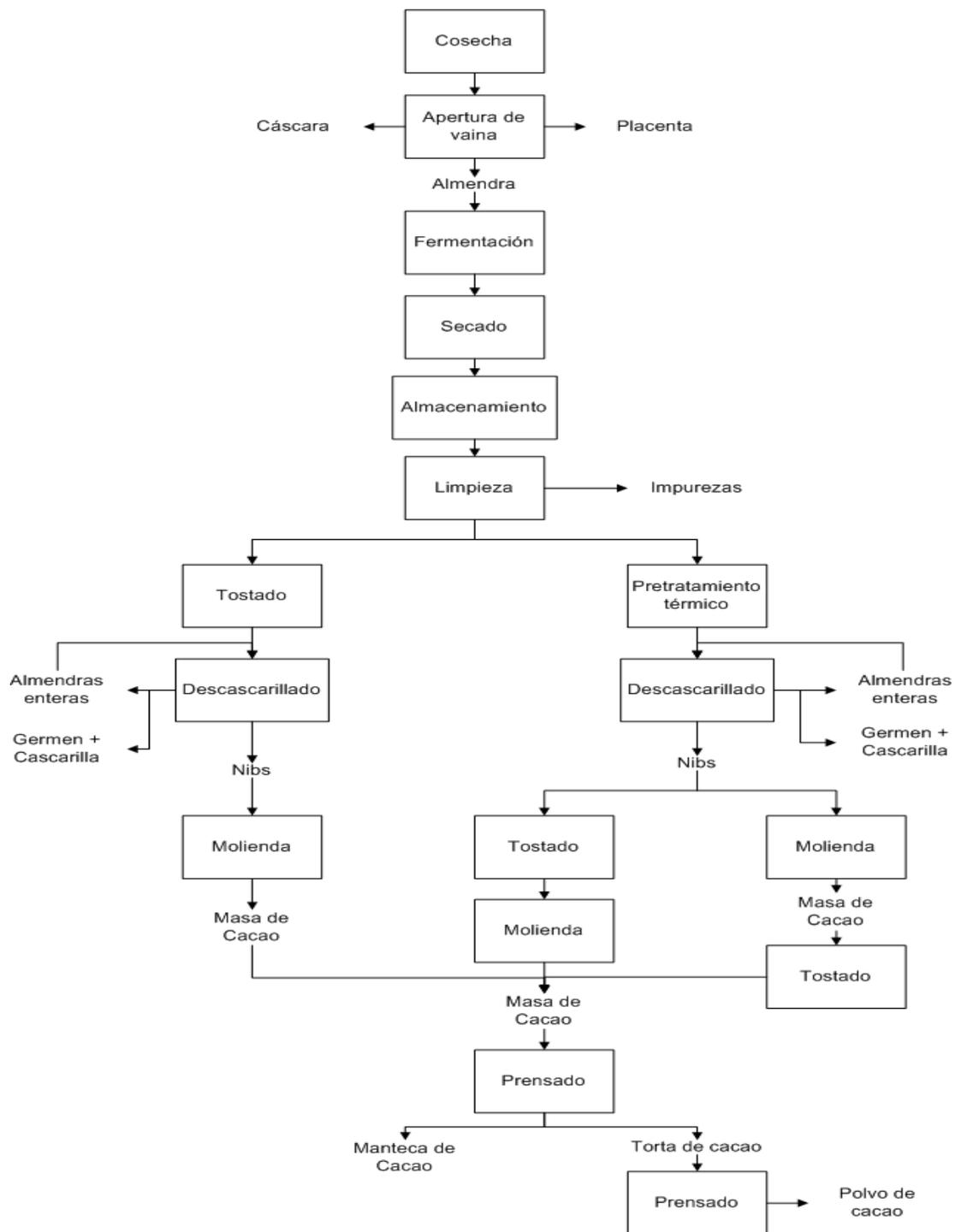


Figura 2. Proceso de transformación del cacao con sus subproductos y desperdicios.

Tomado de (Okiyama et al., 2017).

### 3.2.1. Proceso Industrial del chocolate

La calidad del chocolate que se puede obtener depende de la calidad del cacao y el manejo de los procesos desde el campo, hasta el empaclado. Los procesos para elaborar el chocolate son los siguientes (Batista, 2009):

**Fermentación y Secado:** La fermentación permite la transformación de los azúcares presentes en el mucílago del grano de cacao, mientras que el secado reduce su humedad.

**Limpieza y clasificación:** En este proceso se retira la cáscara del grano y se lo clasifica por tamaño.

**Tostado:** Este proceso se puede realizar con vapor saturado, aire caliente o el método que se requiera, el proceso ayuda a generar color, aroma y ablandar al grano.

**Molienda:** En este proceso se rompe y tritura los granos de cacao usando molinos de bolas, de discos, entre otros, para obtener una masa fina llamada licor o pasta de cacao. También, se utiliza una máquina para eliminar la cascarilla de cacao y en algunos casos se alcaliniza el grano de cacao descascarillado para obtener el color y sabor característico del cacao.

**Prensado:** La pasta es molida a una temperatura de entre 90°C a 100°C y se prensa a 900 Kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo aproximadamente 47% de licor de cacao y 53% de manteca de cacao.

**Amasado:** En este proceso se añaden el resto de las materias primas como azúcar o leche dependiendo de la formulación del chocolate.

**Refinamiento:** Se reduce el tamaño de partícula de la torta de chocolate y se aumenta su homogeneidad.

**Conchado:** En este proceso se eliminan sustancias volátiles y se homogeniza la pasta para mejorar la textura, viscosidad y las características de fusión.

**Atemperado:** En este proceso se calienta el chocolate y se deja enfriar a temperatura ambiente, posteriormente se agrega chocolate caliente y se eleva la temperatura nuevamente, en este estado se realiza el moldeado. El proceso evita que se formen gránulos de grasa en el chocolate.

**Moldeado:** Se deposita el chocolate temperado según la forma requerida por el fabricante.

### 3.3. Cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao es la cubierta externa de los granos de cacao, la cual es un desperdicio en el proceso de tostado durante la fabricación del chocolate. La cascarilla de cacao es rica en antioxidantes y fibra, además de ser una materia prima potencial para la fabricación de alimentos, bebidas, entre otros. Se requiere investigación y aplicación de tecnología para añadir valor a los desperdicios de la agroindustria, lo cual genera oportunidades económicas (Grillo et al., 2018).



*Figura 3.* Cascarilla de cacao.

Tomado de (Balentic et al., 2018).

### 3.3.1. Bromatología de la cascarilla de cacao

En la tabla 1 se observa la proporción de compuestos que contiene la cascarilla de cacao determinada por varios autores.

Tabla 1.

*Composición química de la cascarilla de cacao (g/Kg de cascarilla seca)*

	Martín-Cabrejas et al. (1994)	Alorio et al. (2001)	Lecumberri et al. (2007)	Belitz et al. (2009)	Martínez et al. (2012)
Fibra	504 ± 21	606 ± 6	605 ± 3	-	-
Grasa	185 ± 12	68 ± 2	66 ± 4	15	20.2 ± 0.3
Proteína	116 ± 2	181 ± 8	167 ± 2	109	150 ± 2
Cenizas	75 ± 1	81 ± 4	114.2 ± 0.4	80	73 ± 1
Humedad	47 ± 1	101 ± 6	-	45	77 ± 1
Azúcar soluble	-	-	3.5 ± 0.4	-	-
Carbohidratos	-	-	-	71	178 ± 0.9
Polifenoles	-	18 ± 8	58 ± 3	-	-
Teobromina	-	13 ± 2	-	14	-
Ácido fítico	-	6 ± 1	-	-	-

Adaptado de (Okiyama et al., 2017).

#### 3.3.1.1. Teobromina

La teobromina o 3,7 – dimetilxantina es un compuesto que pertenece a los alcaloides purínicos, se puede encontrar en forma natural en los granos de cacao y otorga el sabor amargo típico del chocolate (Algharrawi, Summers, y Subramanian, 2017).

Es un compuesto de interés por su efecto estimulante, puede afectar el estado de ánimo, la vigilia y la atención. Además, puede relajar los músculos lisos, estimula el miocardio y dilata los vasos sanguíneos (Tao et al., 2015). También, provee

protección al esmalte dental, puede suprimir la tos y reducir el colesterol LDL. Otros efectos en el organismos son la inhibición de la formación cristalina del ácido úrico y la actividad anticancerígena en especial del cáncer de hígado (Pinho et al., 2018).

La teobromina tiene varios efectos positivos para el organismo, sin embargo por su baja solubilidad acuosa de 0,7 g/L y su baja pKa = 10, evita que se puede absorber eficazmente en el intestino delgado, por esta razón es necesario altas dosis de teobromina para obtener los efectos deseados, las dosis altas de teobromina pueden generar efectos negativos para el paciente como por ejemplo mareos y nauseas (Pinho et al., 2018).

### 3.3.1.2. Fibra

Fibra se considera a las sustancias no digeribles por las enzimas presentes en el sistema digestivo humano. Pueden ser celulosa, hemicelulosa, oligosacáridos, pectina, lignina, mucílago, gomas, suberinas, ceras, entre otras (Dai y Chau, 2017). La fibra dietética se puede definir como carbohidratos con 10 o más monómeros que no pueden ser hidrolizados en el intestino delgado en los humanos. También, se la puede definir como un polisacárido que llegue al intestino grueso (Agyekum y Nyachoti, 2017).

En la tabla 2 se puede observar los carbohidratos de los cuales se compone los distintos tipos de fibra.

Tabla 2.

#### *Composición de carbohidratos no digeribles*

Carbohidratos No Digeribles	Poli-sacáridos (DP>9)		Residuos que no son Carbohidratos			Oligo-sacáridos (DP 3 – 9)
	Almidón	Celulosa	Hemi-celulosa	Pectina	Lignina Otros	
Fibra cruda		X	X		X	X
Polisacáridos		X	X	X		

Fibra dietaría soluble			X	X		X	X
Fibra dietaría insoluble	X	X	X	X	X	X	X
Fracción no digerible	X	X	X	X	X	X	X
Almidón resistente	X						

Tomado de (Dai y Chau, 2017)

Nota. DP: Grado de polimerización.

La fibra es importante en la dieta, el efecto en el organismo puede variar según el tipo de fibra los fructooligosacáridos afectan positivamente al intestino en dosis de 10 g/día, mientras que la polidextrosa estimula al intestino con dosis de 50 g/día (Dai y Chau, 2017).

Los polisacáridos no almidonados se clasifican en solubles e insolubles según la solubilidad en agua, los polisacáridos insolubles son la celulosa, hemicelulosa y los solubles son los beta-glucanos, gomas y pectinas (Agyekum y Nyachoti, 2017). La fibra dietaría insoluble evita el estreñimiento por su capacidad de retención de agua y la formación de partículas, mientras que la fibra dietaría soluble se fermenta en el tracto digestivo y promueve la microflora intestinal (Dai y Chau, 2017).

Las fibras viscosas disminuyen la migración de nutrientes, lo cual reduce la absorción de colesterol, azúcar, vitaminas y minerales. Además, afecta la reabsorción de sales biliares reduciendo los niveles de colesterol (Dai y Chau, 2017).

### 3.3.2. Aplicaciones para la cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao tiene potencial como subproducto de la industria del chocolate, se puede utilizar sin realizar ninguna modificación, su principal componente es la fibra, además de compuestos fenólicos, lo cual la convierte en un

aditivo o ingrediente atractivo para su aplicación principalmente en la industria de alimentos (Balentic et al., 2018). Las características y compuestos presentes en la cascarilla de cacao permite su aplicación no solo en la industria de alimentos, también se puede aplicar en agricultura, nutrición animal y producción de energía, la gestión de residuos y el aprovechamiento de subproductos de la industria son importantes para una producción más respetuosa con el medio ambiente (Okiyama et al., 2017).

### **3.3.2.1. Nutrición Animal**

Se realizó un estudio para generar una dieta para cabras utilizando, harina de hojas de leucaena, cascarilla de cacao y cascaras de ñame, se logró un aumento de peso de 122 y 139 gramos/día y una conversión alimenticia de 170 gramos de aumento de peso por cada kilogramo de alimento en cabras hembras y 200 gramos de aumento de peso por kilogramo de alimento para los castrados (Adeloye, 1992). También, se realizó una dieta para tilapias utilizando cascarilla de cacao como sustituto de los ingredientes más caros, en el cual se demostró que puede ser una fuente de proteína viable (Pouomogne, Takam y Pouemegne, 1997). Además se comprobó que añadir cascarilla de cacao a la dieta de cerdos puede mejorar su microbiota intestinal y aportar energía (Balentic et al., 2018).

### **3.3.2.2. Agricultura**

Se puede utilizar la cascarilla de cacao en forma de mantillo para eliminar las malezas (Balentic et al., 2018). También, se puede realizar biocarbono mediante una reacción de pirolisis en la cascarilla de cacao, el biocarbono es capaz de añadir y liberar lentamente nutrientes como fosfatos e intercambiar  $\text{NH}_4$  esta propiedad permite que el biocarbono pueda retener fertilizantes y liberarlos cuando sea necesario para los cultivos (Hale et al., 2013). Además, se puede utilizar como aditivo para fertilizantes orgánicos (Okiyama et al., 2017).

### **3.3.2.3. Alimentos**

Es posible extraer pectinas de la cascarilla de cacao mediante una solución de ácido nítrico y hexametáfosfato de sodio, la pectina se utiliza para elaborar jaleas, jamón, mermeladas (Arlorio et al., 2001).

También se pueden generar otros aditivos como un extracto de cascarilla de cacao que previene la oxidación lipídica, el extracto se obtiene usando etanol al 80% v/v y concentrándolo mediante evaporación y liofilización (Amin y Yee, 2006). Además, se puede colocar cascarilla de cacao alcalinizada en yogures y quesos crema en una proporción de al menos 30% de cascarilla y polvo de cacao, lo cual aumenta la viscosidad en los alimentos por su capacidad de retención de agua (Chronopoulos, Zuurbier, Brandstetter y Jung, 2011). Otra aplicación para la cascarilla de cacao es la de elaborar un saborizante de chocolate realizando una reacción enzimática con aminoácidos, azúcares reductores, enfriando y filtrando la solución (Wang, 2015).

La cascarilla de cacao se compone por un cantidad potencial de fibra y polifenoles el cual no se ve afectado por el origen del cacao, lo cual permite elaborar alimentos funcionales que aporten fibra y tengan una actividad antioxidante (Martínez et al., 2012). Se evaluó un producto alto en fibra de cacao compuesto de un 60% de fibra en base seca, el 10% era fibra dietaria soluble, además contenía 1,32% de polifenoles y 4,46% de taninos, los resultados comprueba el potencial de la cascarilla de cacao como ingrediente para elaborar productos altos en fibra (Lecumberri et al., 2007).

#### **3.3.2.4. Energía**

En los últimos años se han buscado alternativas de producción de energía que sustituyan a los combustibles fósiles. Mediante una hidrólisis ácida con *Saccharomyces cerevisiae* se puede producir etanol a partir de la cascarilla de cacao. Además, es posible generar biogás (Balentic et al., 2018).

#### **3.4. La Galleta**

Son productos que se obtienen a través del horneado de figuras que se forman mediante el horneado de derivados del trigo u otras farináceas añadiendo otros

ingredientes aptos para el consumo humano (INEN, 2005). Los refrigerios como las galletas son populares alrededor del mundo por su aporte de nutrientes y energía entre comidas, ya que las tres comidas que regularmente se consumen diariamente no siempre cubren los requerimientos energéticos y nutricionales del organismo (Kolawole, Akinwande y Ade-Omowaye, 2018).

Según la norma técnica INEN 2085 (INEN, 2005), las galletas se pueden clasificar en:

**Galleta salada:** Cuando el sabor predominante es salado.

**Galleta dulce:** Cuando el sabor predominante es dulce.

**Galleta wafer:** Tiene relleno y forma un sánduche.

**Galleta con relleno:** Tienen relleno y pueden tener cualquier forma o figura.

**Galleta recubierta:** Tienen un revestimiento o baño.

**Galleta baja en calorías:** Una galleta con un contenido calórico de por lo menos 35% menor al de su producto correspondiente.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Análisis químico de la cascarilla de cacao

Se realizará en laboratorios certificados ya que se requiere obtener datos confiables, los componentes que se determinarán son, humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra dietaria soluble, fibra dietaria insoluble y teobromina mediante los métodos AOAC (AOAC, 2016).

Tabla 3.

*Métodos utilizados para realizar el análisis químico de la cascarilla de cacao*

Componente	Método
Humedad	AOAC 925.10
Ceniza	AOAC 923.03

Fibra Dietaria	AOAC 985.29
Grasa	AOAC 2003.06
Proteína	AOAC 2001.11
Teobromina	AOAC 980.14

## 4.2. Proceso para elaborar la galleta

En la figura 4 se puede observar las operaciones necesarias para elaborar la galleta.

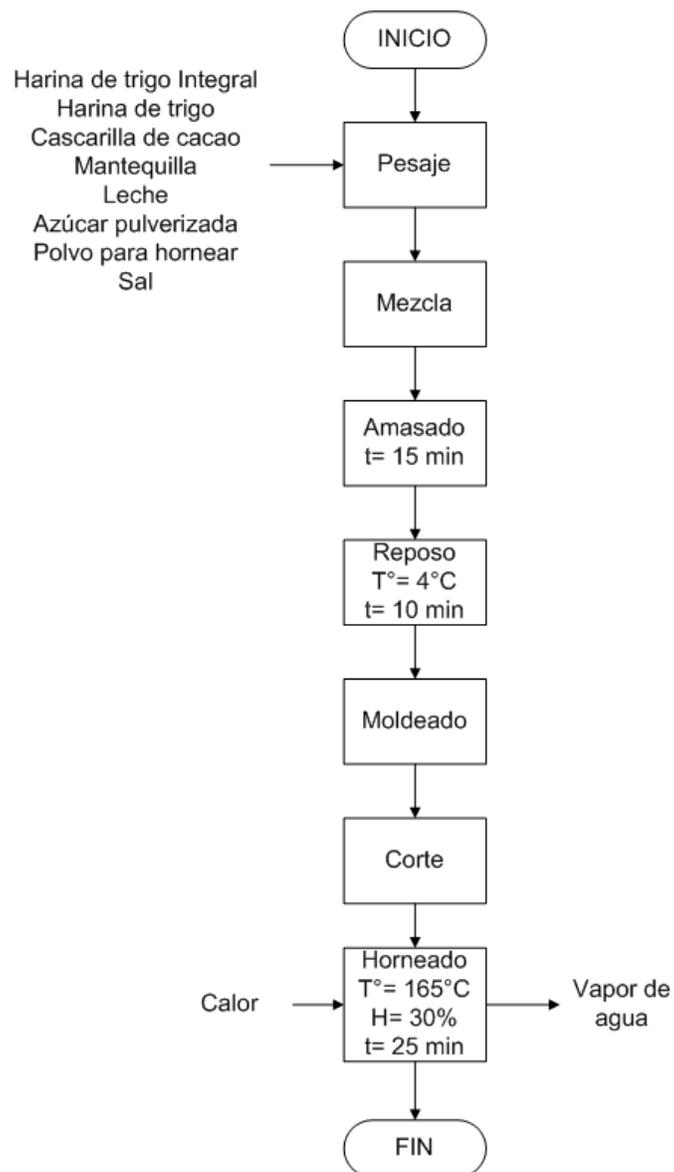


Figura 4. Proceso para elaborar la galleta

#### 4.2.1. Descripción de los procesos

**Pesaje:** Con una balanza digital se pesan las materias primas necesarias para elaborar las galletas, según las formulaciones propuestas.

**Mezcla:** Se colocan todas las materias primas en un recipiente.

**Amasado:** Con ayuda de una batidora se homogenizan todos los ingredientes durante 15 minutos hasta forman una masa.

**Reposo:** Se coloca la masa en refrigeración a 4°C durante 10 minutos, con el fin de facilitar el moldeado.

**Moldeado:** Se coloca la masa en los moldes y se aplica presión hasta que adquiera la forma deseada.

**Corte:** Se desmolda las galletas y con ayuda de un cortador circular se retira los sobrantes de masa.

**Horneado:** Se coloca las galletas en bandejas metálicas y se hornea a 165°C, con una humedad del 30%, durante 25 minutos.

#### 4.2.2. Formulación de la galleta

Para desarrollar la galleta se usará una formulación base de galleta integral de trigo, se realizarán variaciones incorporando distintas proporciones de cascarilla de cacao en relación con el total de harina de trigo integral. Se desarrollarán 4 tratamientos con 3 repeticiones. A cada tratamiento se le asignará un código generado aleatoriamente. T0 o testigo: 100% harina de trigo integral, T538: 5% cascarilla de cacao y 95% de harina de trigo integral, T816: 10% de cascarilla de cacao y 90% de harina de trigo integral y T137: 20% de cascarilla de cacao y 80% de harina de trigo integral.

#### 4.3. Análisis de aceptabilidad

Se van a valorar las características organolépticas de las galletas mediante una prueba de afectividad. Para realizar el análisis de aceptabilidad se requiere de un

mínimo de 30 jueces (Cordero, 2013). A cada juez se le presentarán 4 muestras por cada tratamiento realizado y mediante una encuesta (Anexo 1), tendrá que valorar el color, olor, sabor y textura de la galleta en una escala del 1 al 7, siendo 1 “me disgusta mucho”, 2 “me disgusta”, 3 “me disgusta ligeramente”, 4 “no me gusta ni me disgusta”, 5 “me gusta ligeramente”, 6 “me gusta” y 7 “me gusta mucho”. Se realizará 3 repeticiones de la prueba. Los resultados se analizarán con la prueba de Friedman en el software estadístico InfoStat, versión 2018.

#### 4.3.1. Prueba de Friedman

La prueba de Friedman compara  $j$  promedios cuando los datos son de muestras relacionadas, el análisis permite indicar los  $j$  promedios que son iguales o no. El diseño se forma por  $j$  tratamientos o promedios y  $n$  bloques o sujetos independientes entre si y entre los tratamientos. Los datos se distribuyen en un modelo chi-cuadrado con  $j-1$  grados de libertad (Corder y Foreman, 2009). La significancia estadística se considerará con  $p > 0.05$ .

#### 4.4. Análisis bromatológico de la galleta

Una vez se obtengan los resultados del análisis de aceptabilidad, se determinará la cantidad de fibra dietaria soluble, fibra dietaria insoluble, grasa, carbohidratos, azúcares, proteína y teobromina de la galleta con cascarilla de cacao de mayor aceptación. El análisis bromatológico se realizará en laboratorios certificados mediante los métodos AOAC (AOAC, 2016).

Tabla 4.

*Métodos utilizados para realizar el análisis bromatológico de la galleta*

<b>Componente</b>	<b>Método</b>
Fibra Dietaria	AOAC 985.29
Grasa	AOAC 2003.06
Carbohidratos	Cálculo
Azúcares	HPLC
Proteína	AOAC 2001.11

Teobromina AOAC 980.14

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Resultado del análisis químico de la cascarilla de cacao

En la tabla 6 se observan los componentes de la cascarilla de cacao que se va a utilizar para elaborar las galletas. Los compuestos de interés en este caso son la fibra y la teobromina, si se realiza una comparación, mediante la diferencia en porcentaje de los valores obtenidos en el análisis químico, con los valores que han determinado otros autores (Tabla 6). Se demuestra que la cascarilla tiene en promedio un 17.43% y 0.2% más de fibra y teobromina respectivamente.

Tabla 5.

*Resultados del análisis químico de la cascarilla de cacao*

<b>Compuesto</b>	<b>Resultado (%)</b>
Fibra dietaria total	74,60
Fibra dietaria insoluble	71,07
Fibra dietaria soluble	3,53
Grasa	10,20
Proteína	23,17
Humedad	4,72
Ceniza	8,49
Teobromina	1,55

La cascarilla de cacao posee un mayor contenido de fibra dietaria que otros alimentos que se consideran regularmente “altos en fibra”, por ejemplo los cereales contienen de 0.6% a 2.7% de fibra dietaria, el salvado de avena contiene aproximadamente 15% y el salvado de trigo 43% (Lecumberri et al., 2007). Además, se demostró que añadir un 5% de fibra soluble de cascarilla de cacao en una dieta para ratas, reduce los niveles de colesterol total, triglicéridos y presión arterial en comparación con las ratas con una dieta estándar (Sánchez et al., 2011).

Tabla 6.

*Comparación de la composición de la cascarilla de cacao*

	Cascarilla de cacao (%)	Martin-Cabrejas et al. (1994) (%)	diferencia (%)	Arlorio et al. (2001) (%)	diferencia (%)	Lecumberri et al. (2007) (%)	diferencia (%)	Belitz et al. (2009) (%)	diferencia (%)	Promedio (%)
Fibra	74.60	50.40	24.20	60.60	14.00	60.50	14.10	-	-	<b>17.43</b>
Teobromina	1.55	-	-	1.30	0.25	-	-	1.40	0.15	<b>0.20</b>

**5.2. Resultado de la elaboración de las galletas**

Cada materia prima que se utiliza para elaborar la galleta cumple una función. La harina de trigo es la base para elaborar la masa, se utiliza harina integral para incrementar el aporte de fibra de la galleta. El azúcar reduce la viscosidad de la masa, incrementa la longitud de las galletas, además promueve la cohesión y la textura crujiente de la galleta. La mantequilla actúa como antiglutinante, promueve la plasticidad y suaviza la masa. La leche se usa para hidratar la harina y formar la masa, además enriquece el aporte nutricional de la galleta. El polvo para hornear contiene bicarbonatos que producen gas aumentando el volumen de las galletas. Finalmente la sal se usa como potenciador del sabor, además endurece el gluten y reduce la adherencia de la masa (Cabeza, 2009). La cascarilla de cacao se usa para enriquecer el aporte de fibra y añadir teobromina.

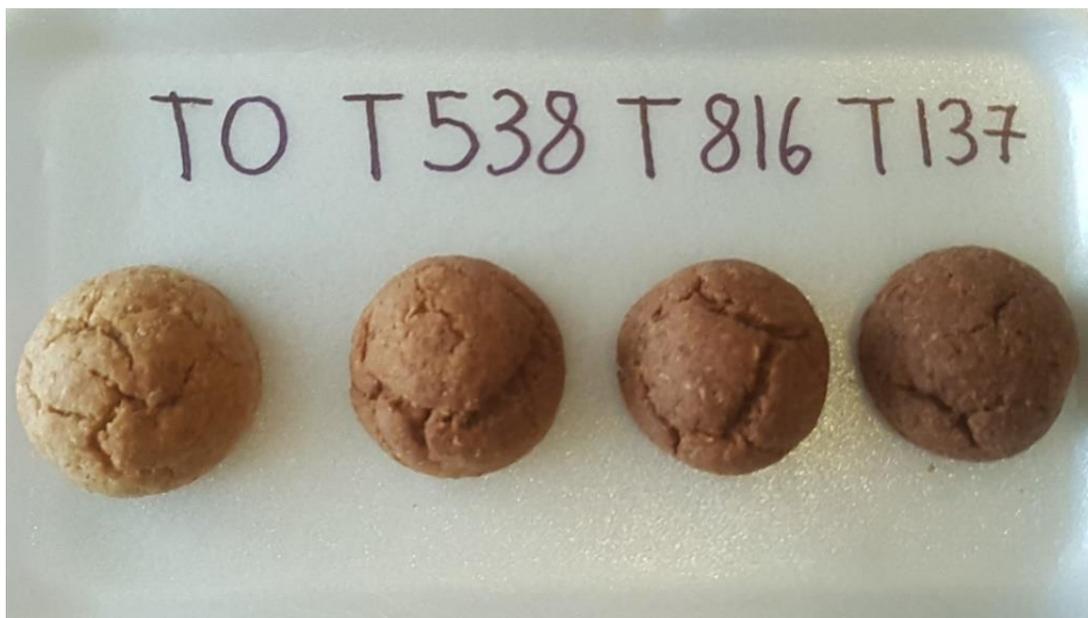
Tabla 7.

*Formulación de cada tratamiento*

Ingrediente	Testigo (%)	T538 (%)	T816 (%)	T137(%)
Harina de Trigo Integral	32	30	28	24
Cascarilla de cacao	0	2	4	8
Mantequilla	18	18	18	18
Harina de Trigo	19	19	19	19
Leche	16	16	16	16

Azúcar pulverizada	13	13	13	13
Polvo para hornear	0.8	0.8	0.8	0.8
Sal	0.4	0.4	0.4	0.4

Se elaboraron las galletas usando estas formulaciones, se nota a simple vista que el incremento de la cascarilla de cacao en la formulación oscurece el color de la galleta (Figura 5).



*Figura 5.* Galletas con cascarilla de cacao

En la tabla 8 se realiza una comparación con galletas similares a las elaboradas con cascarilla de cacao, en el caso de la grasa se observa un nivel medio en las galletas digestive® ya que utilizan el aceite oleico como única fuente de grasa, en el caso de T538 la mantequilla y la leche aportan grasa. En el azúcar se observa un nivel alto en la galleta digestive® 33% menos grasa ya que utiliza azúcar común y jarabe de glucosa, la galleta digestive® alto en fibra utiliza edulcorantes como isomalt y maltitol y la galleta T538 con un nivel medio por el uso de azúcar pulverizada. Finalmente, todas las galletas presentan en su formulación sal común y bicarbonato

sódico, el nivel de sal en el semáforo va a depender de la proporción que contenga la galleta.

Tabla 8.

*Comparación del semáforo nutricional*

	<b>Digestive® 33% menos grasa</b>	<b>Digestive® alto en fibra</b>	<b>Galleta con cascarilla de cacao T538</b>
<b>Grasa</b>	MEDIO	MEDIO	ALTO
<b>Azúcar</b>	ALTO	BAJO	MEDIO
<b>Sal</b>	ALTO	MEDIO	MEDIO

Las materias primas mencionadas permiten que las galletas obtengan la textura crujiente y ayudan al incremento del volumen de las galletas. El color, olor y sabor depende de las materias primas que se utilicen en la formulación (Cabeza, 2009), si se quiere reducir o sustituir alguna de ellas, se debe usar materias primas que cumplan funciones similares como el saol del isomalt y maltitol con el azúcar.

El impacto que puede tener el semáforo al tener niveles altos en grasa, azúcar y sal, se refleja a la hora del la reducción o eliminación de consumo de este tipo de

productos, las personas adultas o con enfermedades son las que mas importancia dan al semáforo nutricional. Por otro lado, los jóvenes muestran en su mayoría indiferencia por el semáforo y consumen los productos por su sabor (Freire, Waters, y Rivas-Mariño, 2017). Las galletas se formularon para personas que no tengan tiempo para consumir alimentos que tengan que ser preparados y que requieran de un alimento de consumo inmediato que tenga un aporte nutricional y energético alto. Se puede generar una formulación alterna que reduzca los niveles del semáforo intercambiando ingredientes como la leche por agua, la mantequilla por aceites vegetales y el azúcar por otros edulcorantes, también se deben realizar pruebas para conocer cuanto se puede reducir los ingredientes como grasa, azucares y sal sin que las galletas pierdan sus características.

### **5.3. Resultado del análisis de aceptabilidad**

Se obtuvieron los resultados del análisis de aceptabilidad mediante las encuestas realizadas.



*Figura 6.* Ejecución de la encuesta de aceptabilidad

Los resultados de la prueba de Friedman se muestran en la tabla 10. Cada atributo sensorial se analizó individualmente. Todas las características organolépticas evaluadas tienen un valor  $p$  inferior a  $p > 0.05$ , lo que indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 9.

*Resultados de la prueba de Friedman*

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura
T0	3.44 <b>a</b>	2.77 <b>a</b>	3.33 <b>a</b>	3.01 <b>a</b>
T538	2.79 <b>b</b>	2.67 <b>a</b>	2.83 <b>b</b>	2.73 <b>a</b>
T816	2.23 <b>c</b>	2.27 <b>c</b>	2.21 <b>c</b>	2.34 <b>b</b>
T137	1.53 <b>d</b>	2.29 <b>bc</b>	1.63 <b>d</b>	1.92 <b>c</b>
p	<0.0001	0.0037	<0.0001	<0.0001

Nota: Los promedios con una letra común no tienen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Cada característica sensorial se evaluó de forma individual.

En el color se evidencia que todos los tratamientos son significativamente diferentes, se observa que a mayor cantidad de cascarilla de cacao en la formulación menor es la aceptación de la galleta, estos resultados son similares a los presentados por Sangnark y Noomhorm (2004) que usando bagazo de caña como fuente de fibra para un pan blanco en proporciones de 0, 5, 10 y 15 gramos / 100 gramos de masa de harina de trigo, se obtuvo en una escala del 1 al 9 los siguientes resultados 8.25, 7.38, 6.37 y 3.75 respectivamente. Además, mencionan que al aumentar el bagazo de caña el pan se torna más oscuro, el mismo resultado se consiguió en las galletas con cascarilla de cacao (Figura 5). Por otro lado, Jannati, Hojjatoleslami, Hosseini, Reza y Siavoshi (2018) obtuvieron los siguientes resultados añadiendo 0%, 1%, 3%, 5% y 7% de polvo de pulpa de manzana en pan de trigo, en una escala del 1 al 5 se obtuvo 4, 3.4, 3.5, 3.3, 3.2 respectivamente, se observa homogeneidad entre los tratamientos con 1%, 3% y 7%, mientras que el control y el tratamiento con 3% presentan mayores puntuaciones. Se confirma que la proporción de cascarilla de cacao influye en el color de la galleta y su aceptación.

En el olor se observa homogeneidad entre el control y el tratamiento con 2%, cuando la cascarilla tiene una proporción mayor o igual a 4% se reduce su aceptación. Estos resultados son similares a los presentados por Pacheco de Delahaye, Jiménez y Pérez (2005) que añadieron a una masa de harina de trigo para pizza una proporción de 0, 5 y 10 gramos de harina de salvado de arroz / 100 gramos de masa

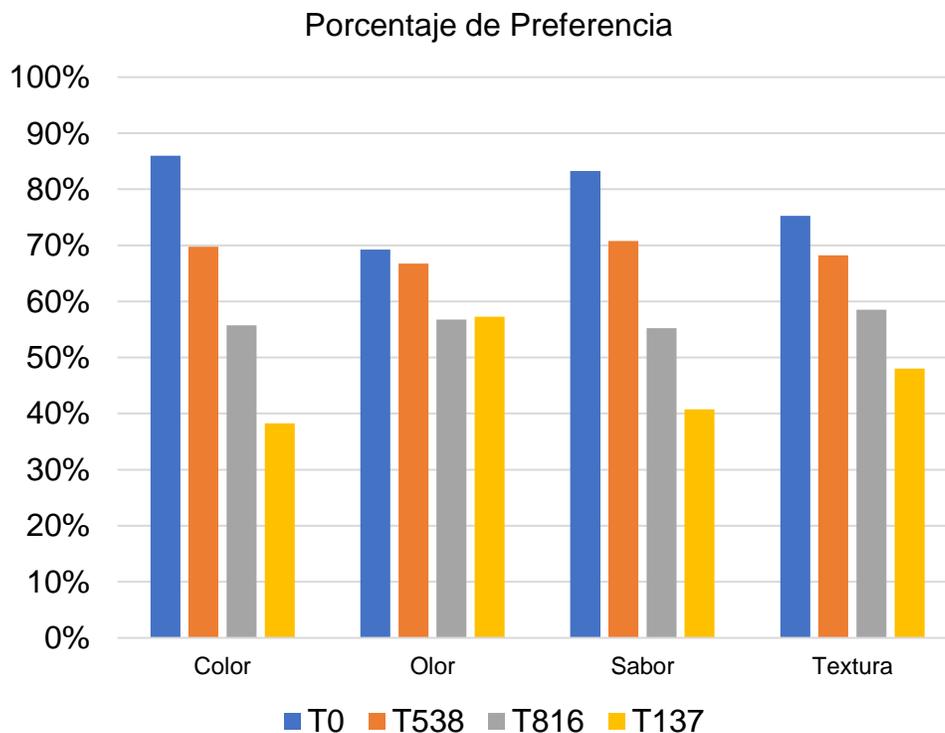
y en una escala de preferencia porcentual de 0% al 100% se obtuvo los siguientes resultados 59%, 60% y 49% respectivamente. Igualmente, Sangnark y Noomhorm (2004) con 0, 5, 10 y 15 gramos de bagazo de caña / 100 gramos de masa para pan blanco obtienen 7.13, 6.63, 5.88 y 4.75 respectivamente. Sin embargo, Jannati, Hojjatoleslamy, Hosseini, Reza y Siavoshi (2018) con los tratamientos de 0%, 1%, 3%, 5% y 7% de pulpa de manzana en pan de trigo, obtienen 2.9, 3.7, 3.9, 3.2 y 3.4 respectivamente, se observa que los tratamientos poseen mejores puntuaciones que el control, resultados contrarios a los obtenidos con el bagazo y la cascarilla de cacao. Se afirma que añadir fuentes de fibra vegetales en masas de harina trigo influye en el olor del producto final y su aceptación.

En el sabor se observa que los tratamientos son significativamente diferentes y que a mayor proporción de cascarilla de cacao menor es la aceptación. De igual manera, Sangnark y Noomhorm (2004) demostraron que el uso de bagazo de caña en pan blanco disminuye la aceptación del sabor al colocar una cantidad igual o mayor a 10 gramos de bagazo en 100 gramos de masa de harina de trigo. La preferencia del sabor va a depender de la materia prima que se use como fuente de fibra dietaria, en el caso de la naranja extruida incrementa la aceptación de galleta añadiendo un 5% y 15% en la formulación, la fibra de manzana otorga un sabor dulce en muffins, la coliflor deja un sabor residual en carnes para hamburguesa, en el caso del salvado de arroz y las arvejas no muestran diferencias en comparación al producto control (Cañas, Restrepo y Cortés, 2011).

En la textura se observa homogeneidad entre el control y el tratamiento con 2% de cascarilla, al colocar una cantidad igual o mayor a 4% de cascarilla provoca la disminución en su aceptación. Jannati, Hojjatoleslamy, Hosseini, Reza y Siavoshi (2018) añadieron polvo de pulpa de manzana en pan de trigo en una proporción de 0%, 1%, 3%, 5% y 7% y en una escala del 1 al 5 valoraron la variable textura con los siguientes resultados 3.3, 3.7, 4.1, 3.5 y 3.3 respectivamente. Si bien, se muestra un incremento en la preferencia de los primeros tratamientos en comparación con el control, al incrementar el porcentaje de harina de pulpa de manzana los valores

vuelven a ser homogéneos con el control. En el caso del bagazo de caña, su incremento en la formulación tiende a reducir la aceptación de la textura (Sangnark y Noomhorm, 2004). La cascarilla de cacao influye en la percepción de la textura en las galletas.

El análisis estadístico realizado muestra una clara tendencia a reducir la aceptación de las galletas en todas las variables al aumentar el porcentaje de cascarilla de cacao en la formulación. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sangnark y Noomhorm (2004) que en la aceptación general del pan con bagazo de caña en una proporción de 0, 5, 10 y 15 gramos en 100 gramos de masa, se obtuvo 7.63, 7.38, 6.5 y 3.75 respectivamente. Se realizó un gráfico para mostrar la variación en la preferencia de cada tratamiento y atributo sensorial.



*Figura 7.* Porcentaje de preferencia de los tratamientos

Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por Sangnark y Noomhorm (2004) que usando harina de bagazo de caña en una proporción de 0, 5, 10 y 15 g

/ 100g de masa, obtuvieron en color 91%, 82%, 70% y 41%, en olor 79%, 73%, 65% y 52%, en sabor 84%, 82%, 68% y 47% y en textura 84%, 87%, 69% y 40% de preferencia respectivamente. En el caso de Pacheco de Delahaye et al. (2005) al colocar 0, 5 y 10% de harina de salvado de arroz en una masa para pizza obtuvo en olor 58%, 60% y 48%, en sabor 50%, 60% y 48% y en textura 57%, 60% y 48% de preferencia respectivamente. En ambos casos se observa que incrementar la proporción de las fuentes de fibra vegetales disminuye el porcentaje de preferencia por parte de los evaluadores.

Se confirma la importancia de usar dosis de fuentes de fibra vegetales que mantengan o potencien las características que han demostrado mayor aceptación entre los consumidores para elaborar productos agroindustriales. En el caso de las galletas con cascarilla de cacao el tratamiento T538 obtiene los mejores resultados, presentado homogeneidad con el testigo y siendo el tratamiento con presencia de cascarilla de cacao de mayor preferencia.

#### **5.4. Resultado del análisis bromatológico de la galleta**

En la tabla 10 se observa los componentes de la galleta de mayor aceptación (T538), que contiene 2% de cascarilla de cacao en su formulación.

Tabla 10.

*Resultados del análisis bromatológico de la galleta*

<b>Compuesto</b>	<b>Resultado (%)</b>
Carbohidratos	57.63
Azúcares	13.87
Grasa	20.96
Fibra dietaria Total	15.50
Fibra dietaria insoluble	11.57
Fibra dietaria soluble	3.93
Proteína	8.30
Teobromina	0.032

La galleta aporta 452 Kcal por 100 gramos o 135 Kcal por 30 gramos de porción, que corresponde a 2 galletas aproximadamente.

En la tabla 11 se realiza una comparación del aporte nutricional de la galleta con cascarilla de cacao y otras galletas comerciales.

Tabla 11.

*Comparación del aporte nutricional de la galleta*

<b>Compuesto</b>	<b>Digestive 33% menos grasa (%)</b>	<b>Diferencia (%)</b>	<b>Digestive Alto en fibra (%)</b>	<b>Diferencia (%)</b>
Carbohidratos	72.0	-14.37	68.0	-10.37
Azúcares	18.0	-4.13	0.5	13.37
Grasa	14.0	6.96	16.0	4.96
Fibra dietaria Total	3.7	11.80	6.5	9.00
Proteína	6.5	1.80	6.2	2.10
Teobromina	-	0.032	-	0.032

Como se puede observar en la tabla 11 la galleta con cascarilla de cacao T538, contiene un 11.8% más de fibra que una galleta que no es integral y 9% más de fibra que una galleta integral que contiene una mención de alto en fibra en la etiqueta. Además, la galleta T538 contiene 0.0324% de teobromina.

Las fuentes de fibra vegetales son una forma más económica de enriquecer alimentos ya que muchas de ellas son un desperdicio de los procesos agroindustriales. Usando dosis adecuadas se puede incrementar notablemente el aporte de fibra y de otros compuestos activos, sin necesidad de perjudicar sus características sensoriales o incluso mejorando estas características en algunos productos (Cañas et al., 2011).

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Mediante un análisis químico se determinó que la cascarilla de cacao utilizada para elaborar la galleta contiene 74.6% de fibra dietaria, 10.20% de grasa, 23,17% de proteína, 4,72% de humedad, 8.49% de ceniza y 1.55% de teobromina, demostrando que contiene 27 veces más fibra que los cereales y 1.7 veces más fibra que el salvado de trigo.

Se realizaron 4 formulaciones para galletas, una de las formulaciones se usó como control y en las otras se añadió 2%, 4% y 8% de cascarilla de cacao, en la formulación propuesta no se puede colocar una mayor cantidad de cascarilla de cacao ya que se pierde la cohesión de la masa. El semáforo nutricional al tener valores altos puede ser rechazado por ciertos grupos de personas como adultos o personas enfermas, sin embargo, se puede realizar formulaciones alternas que intercambien o reduzcan el uso de grasa, azúcar y sal.

Se determinó que la galleta con cascarilla de cacao de mayor aceptación es la que contiene 2% de cascarilla (T538), presenta homogeneidad con el control en las características de olor y textura. Además, de un porcentaje de preferencia superior al 60% en todos los atributos sensoriales evaluados. Se demostró con los resultados obtenidos y la comparación con otros autores que a mayor proporción de una fuente de fibra vegetal en la formulación menor es la aceptación del producto elaborado.

La galleta con 2% de cascarilla de cacao (T538) contiene 15.5% de fibra dietaria y 0.0324% de teobromina, el contenido de fibra puede ser hasta un 11.8% superior a otras galletas similares que se encuentran a la venta.

### **6.2. Recomendaciones**

Realizar una comparación de los compuestos presentes en las cascarillas de cacao de diferentes orígenes y variedades de cacao.

Elaborar formulaciones mezclando la cascarilla con otras fuentes de fibra.

Realizar una caracterización sensorial del producto con un panel entrenado.

Generar un diseño y desarrollo de producto en el que se incluya un estudio de mercado, empaque, vida útil, costos de producción, maquinaria, diseño de planta.

## REFERENCIAS

- Adeloye, A. (1992). *Efficiencies of conversion of some lignocellulosic waste materials by goats*. *Bioresource Technology*, 40(2), 167–169. DOI: [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0960-8524\(92\)90204-B](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0960-8524(92)90204-B)
- Agyekum, A. y Nyachoti, C. (2017). *Nutritional and Metabolic Consequences of Feeding High-Fiber Diets to Swine: A Review*. *Engineering*, 3(5), 716–725. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.03.010>
- Algharrawi, K., Summers, R. y Subramanian, M. (2017). *Production of theobromine by N-demethylation of caffeine using metabolically engineered E. coli*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 11, 153–160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.06.014>
- Amin, I. y Yee, C. (2006). *Antioxidative effects of extracts of cocoa shell, roselle seeds and a combination of both extracts on the susceptibility of cooked beef to lipid oxidation*. *Journal of Food Technology*, 4(1), 10–15.
- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20th ed.). Washington D.C., U.S.A.: Association of Official Analytical Chemists.
- Arlorio, M., Coisson, J., Restani, P. y Martelli, A. (2001). *Characterization of pectins and some secondary compounds from theobroma cacao hulls*. *Journal Food Science*, 66(5), 653–656.
- Balentic, J., Ačkar, Đ., Jokic, S., Jozinovic, A., Babic, J., Miličević, B., Subaric, D. y Pavlovic, N. (2018). *Cocoa shell: A by-product with great potential for wide application*. *Molecules*, 23(6). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23061404>
- Batista, L. (2009). *Guía Técnica El Cultivo de Cacao*. Santo Domingo, Republica Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF, 2(1), 250. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0365-6691\(10\)70034-4](https://doi.org/10.1016/S0365-6691(10)70034-4)

- Belitz, H., Grosz, W. y Schierberle, P. (2009). *Food Chemistry* (4th ed.). Berlin, Germany: Springer.
- Bradbury, A. y Kopp, G. (2006). *Polyphenol-Enriched composition from cocoa shell extraction*. Patente US20060269633A1. Germany.
- Cabeza, S. (2009). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas*. (Tesis de maestría). Universidad de Burgos. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de [http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/117/5/Cabeza\\_Rodriguez.pdf](http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/117/5/Cabeza_Rodriguez.pdf)
- Cañas, Z., Restrepo, A. y Cortés, M. (2011). *Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 64(1), 6023–6035.
- Chronopoulos, D., Zuurbier, R., Brandstetter, B. y Jung, C. (2011). *Food comprising alkalized cocoa shells and method therefor*. Patente US 2011/0151098 A1. Northfield, U.S.A.
- Corder, G. y Foreman, D. (2009). *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: a step-by-step approach*. Hoboken, USA: John Wiley & Sons.
- Cordero, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. [versión electrónica] Recuperado el 20 de octubre de 2018 de [https://www.researchgate.net/profile/Gustavo\\_Cordero-Bueso/publication/262561546\\_APLICACION\\_DEL\\_ANALISIS\\_SENSORIAL\\_DE\\_LOS\\_ALIMENTOS\\_EN\\_LA\\_COCINA\\_Y\\_EN\\_LA\\_INDUSTRIA\\_ALIMENTARIA/links/0a85e537fdb346e28d000000/APLICACION-DEL-ANALISIS-SENSORIAL-DE-LOS-ALIMENTOS-EN-LA-COCINA-Y-EN-LA-INDUSTRIA-ALIMENTARIA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gustavo_Cordero-Bueso/publication/262561546_APLICACION_DEL_ANALISIS_SENSORIAL_DE_LOS_ALIMENTOS_EN_LA_COCINA_Y_EN_LA_INDUSTRIA_ALIMENTARIA/links/0a85e537fdb346e28d000000/APLICACION-DEL-ANALISIS-SENSORIAL-DE-LOS-ALIMENTOS-EN-LA-COCINA-Y-EN-LA-INDUSTRIA-ALIMENTARIA.pdf)
- Dai, F. y Chau, C. (2017). *Classification and regulatory perspectives of dietary fiber*. Journal of Food and Drug Analysis, 25(1), 37–42. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.09.006>

Enríquez, G. y Paredes, A. (1983). *El cultivo de cacao* (2da ed.). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Freire, W., Waters, W. y Rivas-Mariño, G. (2017). *Semaforo nutricional de alimentos procesados: estudio cualitativo sobre conocimientos, comprensión, actitudes y prácticas en el Ecuador*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, 34, 11–18. Recuperado el 5 de febrero de 2019 de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342017000100003&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342017000100003&nrm=iso)

Grillo, G., Boffa, L., Binello, A., Mantegna, S., Cravotto, G., Chemat, F., Dizhbite, T., Lauberte, L. y Telysheva, G. (2018). *Cocoa bean shell waste valorisation; extraction from lab to pilot-scale cavitation reactors*. Food Research International. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.057>

Hale, S. E., Alling, V., Martinsen, V., Mulder, J., Breedveld, G. D., y Cornelissen, G. (2013). *The sorption and desorption of phosphate-P, ammonium-N and nitrate-N in cacao shell and corn cob biochars*. Chemosphere, 91(11), 1612–1619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.12.057>

Humberto, B., Sangronis, E., y Unai, E. (2008). *La cáscara de cacao (Theobroma cacao L.): Una posible fuente comercial de pectinas*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 58(1), 64–70. Recuperado el 29 de septiembre de 2018 de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222008000100009](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000100009)

INEN. (2005). *NTE INEN 2085 Galletas. Requisitos*. Recuperado el 2 de octubre de 2018 de <https://archive.org/details/ec.nte.2085.2005/page/n0>

- Jannati, N., Hojjatoleslami, M., Hosseini, E., Reza, H., & Siavoshi, M. (2018). *Effect of apple pomace powder on rheological properties of dough and sangak bread texture*. Carpathian Journal of Food Science And Technology, 10(2), 77–84.
- Kolawole, F. L., Akinwande, B. A. y Ade-Omowaye, B. I. O. (2018). *Physicochemical properties of novel cookies produced from orange-fleshed sweet potato cookies enriched with sclerotium of edible mushroom (Pleurotus tuberregium)*. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.09.001>
- Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-Pulido, M., Rupérez, P., Goya, L., & Bravo, L. (2007). *Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (Theobroma cacao L.)*. Food Chemistry, 104(3), 948–954. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.054>
- Martín-Cabrejas, M., Valiente, C., Esteban, R., Mollá, E., & Waldron, K. (1994). *Coco a hull: A potential source of dietary fibre*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 66(1991), 307–311.
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A. y Viuda-Martos, M. (2012). *Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (Theobroma cacao L.) co-products*. Food Research International, 49(1), 39–45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.005>
- Melba, P., & Isidro, A. (2006). *Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales*. Recuperado el 29 de septiembre de 2018 de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5288e/A5288e.pdf>
- Mendoza Vargas, L., Jiménez Forero, J. y Ramírez Niño, M. (2017). *Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de*

*cacao (Theobroma cacao L.)*. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 20, 20(1), 131–138. Recuperado el 3 de octubre de 2018 de <http://www.scielo.org.co/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/pdf/rudca/v20n1/v20n1a15.pdf>

Murillo, I., Miguel, C. y Jara, Q. (2006). *Evaluación de 2 Dietas Experimentales con Diferentes Niveles de Cascarilla de Cacao (Theobroma cacao L.) en las Fases de Crecimiento y Acabado de Cuyes (Cavia porcellus L.) de Raza Andina*. (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Okiyama, D., Navarro, S. y Rodrigues, C. (2017). *Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry*. Trends in Food Science and Technology, 63, 103–112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>

Pacheco de Delahaye, E., Jiménez, P. y Pérez, E. (2005). *Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas*. Journal of Food Engineering, 68(1), 1–7. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.05.048>

Pinho, L., Lima, S., Malaquias, L., Pires, F., Sá-Barreto, L., Cardozo-Filho, L., Gratieri, T., Gelfuso, G. y Cunha-Filho, M. (2018). *Improvements of theobromine pharmaceutical properties using solid dispersions prepared with newfound technologies*. Chemical Engineering Research and Design, 132, 1193–1201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2017.10.019>

Pouomogne, V., Takam, G. y Pouemegne, J. (1997). *A preliminary evaluation of cacao husks in practical diets for juvenile Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. Aquaculture, 156(3), 211–219. DOI: [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00091-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00091-4)

- Sánchez, D., Quiñones, M., Moulay, L., Muguera, B., Miguel, M. y Aleixandre, A. (2011). *Soluble fiber-enriched diets improve inflammation and oxidative stress biomarkers in Zucker fatty rats*. *Pharmacological Research*, 64(1), 31–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2011.02.005>
- Sangnark, A. y Noomhorm, A. (2004). *Effect of dietary fiber from sugarcane bagasse and sucrose ester on dough and bread properties*. *LWT - Food Science and Technology*, 37(7), 697–704. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.02.015>
- Tao, J., Kang, Y., Xue, Z., Wang, Y., Zhang, Y., Chen, Q., Chen, Z. y Xue, Y. (2015). *Theoretical study on the N-demethylation mechanism of theobromine catalyzed by P450 isoenzyme 1A2*. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 61, 123–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmgt.2015.06.017>
- Teneda, W. (2016). *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao*. [versión electrónica] Recuperado el 3 de octubre de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=5309031&query=cacao>
- Wang, J. (2015). *Use of cocoa shells for reaping chocolate flavor by prepar enzymatic hydrolyzate of cocoa shells, adding cocoa shells enzyme solution with amino acids, reducing sugar, solvent, reacting, cooling and filtering*. Patente CN104187539–A, China.

# **ANEXOS**

Encuesta de aceptabilidad - Galletas				
Valorar las características sensoriales de las galletas en un rango del 1 al 7, siendo 1 me disgusta mucho y 7 me gusta mucho.				
Tratamientos	Edad:	Género: M F	Fecha:	
	Color	Olor	Sabor	Textura
T0				
T538				
T137				
T816				

Anexo 1: Encuesta para el análisis de aceptabilidad

	<p>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS          ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA          DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD          LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS  <small>Panamericana Sur de Quito Km. 1, Cutugagua Tlts. 3007134. Fax 3007134          Casilla postal 17-01-340</small></p>	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 18-143

<b>NOMBRE PETICIONARIO:</b> Sr. Francisco Javier Terán Espinosa <b>DIRECCION:</b> Amangasi, El Inca <b>FECHA DE EMISION:</b> 07/09/2018 <b>FECHA DE ANALISIS:</b> Del 5 al 7 de septiembre de 2018	<b>INSTITUCION:</b> Particular <b>ATENCION:</b> Sr. Francisco Terán <b>FECHA DE RECEPCION.:</b> 04/09/18 <b>HORA DE RECEPCION:</b> 11H50 <b>ANALISIS SOLICITADO</b> Teobromina
---	--

ANALISIS	TEOBROMINA				IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-30				
MÉTODO REF.	AOAC 980, 14-1998				
UNIDAD	%				
18-0920	1,55				Cascarilla de cacao

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.  
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

  
 Dr. Iván Samaniego, MSc.  
 RESPONSABLE TÉCNICO



**RESPONSABLES DEL INFORME**  
  
 Ing. Vladimir Ortiz  
 Responsable Calidad

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo  
 NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 2: Análisis de teobromina en la cascarilla de cacao

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.DIV-FQ.41396a

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente:	TERAN ESPINOSA FRANCISCO
Dirección:	AMAGASTI DEL INCA
Teléfono:	(02) 3264988 0989010830

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra de:	Alimento		
Descripción:	CASCARILLA DE CACAO		
Lote:	---	Contenido Declarado:	500g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2018-09-04	Hora de Recepción:	13:03:36
Fecha de Análisis:	2018-09-06	Fecha de Emisión:	2018-10-09
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

Color:	Característico	Oloro:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente

**RESULTADOS FISICOQUÍMICO**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	4.72	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CENIZA	8.49	%	MFQ-03	AOAC 923.03
FIBRA DIETARIA INSOLUBLE	71.07	%	MFQ-143	AOAC 985.29
GRASA	10.20	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
FIBRA BRUTA	17.75	%	MFQ-06	INEN 0522
PROTEINA	23.17	(F: 6.25 ) %	MFQ-01	AOAC 2001.11
FIBRA DIETARIA SOLUBLE	3.53	%	MFQ-143	AOAC 985.29
FIBRA DIETARIA TOTAL	74.6	%	MFQ-143	AOAC 985.29
CARBOHIDRATOS	35.67	%	CALCULO	CALCULO

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda.  
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.



Ing. Lizeth Guevara  
Jefe División Físico-Químico



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ  
La Concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalytica.com

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.42083a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	TERAN ESPINOSA FRANCISCO
Dirección:	AMAGASI DEL INCA
Teléfono:	(02) 3264988 0989010830

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GALLETA		
Lote:	--	Contenido Declarado:	300g
Fecha de Elaboración:	2018-10-25	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2018-10-29	Hora de Recepción:	12:29:16
Fecha de Análisis:	2018-10-30	Fecha de Emisión:	2018-11-12
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
*FIBRA DIETARIA TOTAL	15.50	%	MFQ-143	AOAC 985.29
*FIBRA BRUTA	3.75	%	MFQ-06	INEN 0522
GRASA	20.96	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
HUMEDAD	7.39	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CENIZA	1.97	%	MFQ-03	AOAC 923.03
*CARBOHIDRATOS	57.63	%	CALCULO	CALCULO
PROTEINA	8.30	(F: 5.70 ) %	MFQ-01	AOAC 2001.11
*FIBRA DIETARIA INSOLUBLE	11.57	%	MFQ-143	AOAC 985.29
*FIBRA DIETARIA SOLUBLE	3.93	%	MFQ-143	AOAC 985.29
*CALORIAS	452.36	kcal/100g	CALCULO	CALCULO

Nota 1: Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 18-011.

Nota 2: \*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.



Ing. Lizeth Guevara  
Jefe División Físico-Químico



Tel: / email: informes@multianalytica.com

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.42084a

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente:	TERAN ESPINOSA FRANCISCO
Dirección:	AMAGASI DEL INCA
Teléfono:	(02) 3264988 0989010830

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	GALLETA		
Lote:	---	Contenido Declarado:	300g
Fecha de Elaboración:	2018-10-25	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2018-10-25	Hora de Recepción:	12:36:57
Fecha de Análisis:	2018-11-08	Fecha de Emisión:	2018-11-09
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente

**RESULTADOS INSTRUMENTAL**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
AZUCARES TOTALES	13,87	%	MIN-93	HPLC



Quim. Mercedes Parra  
Jefe División Instrumental



Tel: / email: [informes@multianalityca.com](mailto:informes@multianalityca.com)

	<b>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD <b>LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS</b> Panamericana Sur de Quito Km. 1. Cuñuglagua Tlf: 3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

**INFORME DE ENSAYO No: 18-171**

<b>NOMBRE PETICIONARIO:</b>	Sr. Francisco Javier Terán	<b>INSTITUCION:</b>	Particular
<b>DIRECCION:</b>	Quito	<b>ATENCION:</b>	Sr. Francisco Terán
<b>FECHA DE EMISION:</b>	08/11/2018	<b>FECHA DE RECEPCION.:</b>	29/10/18
<b>FECHA DE ANALISIS:</b>	Del 30 de octubre al 8 de noviembre e 2018	<b>HORA DE RECEPCION:</b>	11H14
		<b>ANALISIS SOLICITADO</b>	Teobromina

ANALISIS	TEOBROMINA							IDENTIFICACION
METODO	MO-LSAIA-30							
METODO REF.	AOAC 980, 14-1998							
UNIDAD	mg/ 100g							
18-1138	32,40							Galleta

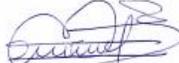
Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

  
**Dr. Ivan Samaniego, MSc.**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**RESPONSABLES DEL INFORME**



  
**Ing. Bladimir Ortiz**  
**RESPONSABLE CALIDAD**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o divulgación de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

## Anexo 6: Análisis de teobromina en la galleta

