

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD DE TRES PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
ELABORADOS A PARTIR DE LA CÁSCARA Y PULPA DEL FRUTO DE CACAO**

*(Theobroma cacao L.)*



**MAYRA JUDITH BARRIOS LEGUARCA**

**Química Farmacéutica**

**Guatemala, mayo de 2018.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD DE TRES PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
ELABORADOS A PARTIR DE LA CÁSCARA Y PULPA DEL FRUTO DE CACAO**  
*(Theobroma cacao L.)*

**INFORME DE TESIS**

**Presentado por**

**MAYRA JUDITH BARRIOS LEGUARCA**

**Para optar al título de**

**Química Farmacéutica**

**Guatemala, mayo de 2018.**

## **JUNTA DIRECTIVA**

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
M.A. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreina Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

## ***ACTO QUE DEDICO***

*A Dios: Por darme la vida, por su amor y misericordia, por no abandonarme en esos momentos en los que siento que ya no tengo fuerzas. Por haberme sanado y darme otra oportunidad de vivir.*

*A mi Madre: María del Carmen Leguarca por su ejemplo de valentía, fortaleza, perseverancia, por siempre estar junto a mí, por sus consejos, por su ayuda, por sus enseñanzas, pero sobre todo por su amor incondicional. La amo con todo mi corazón.*

*A mi Padre: Por su apoyo y ayuda.*

*A mi hermana: Emilia por ser un ejemplo a seguir.*

*A mi familia por su apoyo*

*A mis amigos: Javier por su apoyo incondicional y su valiosa amistad. A Mónica, Gaby, Lorena, a mis amigos de la universidad, de la iglesia y del colegio por formar parte fundamental de mi vida, gracias por las risas y los buenos momentos, por su ayuda, por sus ánimos y consejos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios: Por la vida y su misericordia. Le debo todo a Él.*

*A mis Padres: Por su amor y apoyo incondicional.*

*A la Gloriosa y Tricentenario Universidad de San Carlos de Guatemala: Por darme el privilegio de egresar de sus aulas como una profesional y formar parte de este centro de estudios, del cual me siento orgullosa. Por haberme dado la oportunidad de ser becada y tener el apoyo económico que necesitaba.*

*A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia: Por brindarme las herramientas que necesito para ser una Química Farmacéutica con pasión, amor y ética en mis labores.*

*A mi Asesor: Lic. Julio Chinchilla, por brindarme sus conocimientos, por su apoyo, paciencia y por sus consejos.*

*A mi Revisora: Licda. Aylin Santizo por orientarme en la realización de este trabajo con mucho esmero y dedicación.*

*Al Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF- por la ayuda instrumental para la realización de este trabajo de investigación. Por la confianza manifestada durante el periodo de realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado. A los profesionales que laboran en esta institución por brindarme su amistad. Muchas gracias.*

*A mis amigos: Por cada una de las sonrisas y por su presencia que es muy valiosa en este día tan especial en mi vida.*

*A todas aquellas personas que formaron parte en mi vida y que me apoyaron en la realización de este proceso tan importante en mi vida.*

## INDICE

1. RESUMEN .....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. ANTECEDENTES .....	4
3.1 GENERALIDADES DEL <i>Theobroma cacao</i> L.....	4
3.2 PRODUCCIÓN DEL CACAO .....	7
3.3 DESECHOS DE LA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DEL CACAO .....	11
3.4 PULPA DEL FRUTO DE CACAO.....	12
3.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CÁSCARA Y PULPA DEL CACAO .....	14
PECTINAS.....	14
AZÚCARES.....	16
3.6 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS PRODUCTOS A ELABORAR .....	17
3.7 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS APLICADAS.....	19
4. JUSTIFICACIÓN.....	22
5. OBJETIVOS .....	23
5.1 Objetivo general .....	23
5.2 Objetivos específicos.....	23
6. HIPOTESIS .....	24
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
7.1 UNIVERSO Y MUESTRA.....	25
7.2 MATERIALES .....	25
7.3 MÉTODO.....	27
Control de calidad del extracto.....	27
Determinación de azúcares cáscara y pulpa de cacao .....	28
8. RESULTADOS .....	37
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	44
10. CONCLUSIONES.....	48
11. RECOMENDACIONES .....	49
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
13. ANEXOS .....	54

## ÍNDICE IMÁGENES

Imagen No. 1	Árbol de cacao .....	4
Imagen No. 2	fruto del cacao.....	5
Imagen No. 3	Variedad del fruto del cacao .....	6
Imagen No. 4	Producción de cacao a nivel mundial .....	8
Imagen No. 5	pronóstico de producción en quintales por departamento en Guatemala .....	9
Imagen No. 6	producción de los derivados del cacao .....	11
Imagen No. 7	cáscara de cacao desechado .....	12
Imagen No. 8	ácido $\alpha$ -D-galacturónico .....	14
Imagen No. 9	Representación simplificada de la estructura de Ramnogalacturonanas .....	15
Imagen No. 10	estructura química de una goma .....	16
Imagen No. 11	Reacción de Molish .....	20

## ÍNDICE TABLAS

Tabla No. 1	Composición química de Cacao. ....	7
Tabla No. 2	Contenido de azúcares (%) en la pulpa fresca para los tipos de cacao determinado por electroforesis capilar. ....	13
Tabla No. 3	ventajas y desventajas de los polvos para dosificar.....	18
Tabla No. 4	Formulación de gelatina de mora .....	31
Tabla No. 5	Formulación de jalea de manzana .....	32
Tabla No. 6	Formulación del pudín.....	33
Tabla No. 7	Características morfológicas de <i>Salmonella spp.</i> En medio Agar selectivo.....	34
Tabla No. 8	Características Morfológicas de <i>Escherichia coli</i> en Medio Agar McConkey	35

## ÍNDICE TABLAS RESULTADOS

Tabla No. 1 Rendimiento de la extracción de los agentes viscosantes obtenidos de la cáscara y pulpa de cacao.....	37
Tabla No. 2 Rendimiento de la extracción de azúcares presentes en la pulpa de cacao .....	37
Tabla No. 3 Identificación de pectinas, mucilago/goma (agente viscosante) presentes en el extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao .....	38
Tabla No. 4 Identificación de azúcares en extracto de cáscara y pulpa de cacao y concentrado de pulpa de cacao .....	38
Tabla No. 5 Componentes químicos identificados en concentrado de pulpa de cacao por Cromatografía de Gases/Espectrometría de masas.....	39
Tabla No. 6 Análisis microbiológico de extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao .....	41
Tabla No. 7 Análisis microbiológico de la jalea de manzana y gelatina de mora, elaborado con extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao. ....	41
Tabla No. 8 Análisis microbiológico de dos pudines elaborados del extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao y concentrado de pulpa de cacao.....	42

## ÍNDICE GRAFICAS

Gráfica No.1 Evaluación de la viscosidad del extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao .....	40
Gráfica No. 2 Punteo de aceptabilidad de los productos elaborados a partir de epicarpio y endocardio de cacao.....	42
Gráfica No. 3 Evaluación de los atributos organolépticos de los productos alimenticios ...	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Imágenes del proceso.....	54
Anexo 2 cálculos .....	56
Anexo 3 cuestionario para evaluar la aceptabilidad .....	58
Anexo 4 validaciones del instrumento de aceptabilidad (cuestionario) .....	60
Anexo 5 Tabla de poder edulcorante de algunos azúcares .....	63

## 1. RESUMEN

Guatemala es un país productor del cacao, el cual es apreciado por la demanda de chocolate de buena calidad. Durante el proceso de producción de chocolate, se elimina la cáscara y la pulpa del cacao, estos son desechos que están conformados por diversas cantidades de componentes, que al ser extraídos y tratados pueden ser utilizados en la industria alimenticia, razón por la cual surgió esta investigación.

La cáscara y pulpa del cacao cuentan con pectinas, mucilago/gomas que se lograron extraer con EDTA en medio acuoso, estos componentes tienen propiedades viscosantes y gelificantes. Para la identificación de pectinas se obtuvo un gel viscoso de color café, esto debido a otros componentes que tiene el extracto de la cáscara y pulpa de cacao. Se realizó el método de hinchamiento para identificar mucilagos y gomas, el resultado fue que el extracto aumentaba su volumen. La pulpa del cacao cuenta con azúcares; que se lograron extraer en medio acuoso y calor. Estos azúcares tienen la propiedad de ser utilizados como edulcorantes. Para la identificación presuntiva de azúcares se realizaron las pruebas con el reactivo de Molish que dio un anillo oscuro y el reactivo Benedict que dio una coloración naranja, siendo positivo en ambas pruebas para azúcares. Como prueba confirmatoria se utilizó cromatografía de gases/espectrometría de masas, el cual identificó 2-furancarboxaldehído-5-(hidroximetil), maltosa y arabinosa, estos dos últimos componentes tienen propiedades edulcorantes.

Se evaluó la capacidad viscosante del extracto obtenido de la cáscara y pulpa de cacao en base a las pruebas especificadas, utilizando el viscosímetro Brookfield. Se obtuvo como resultado que la concentración al 4% fue la que mayor viscosidad le dio a la solución. También se realizaron pruebas microbiológicas al extracto obtenido a partir de la cáscara y endocarpio del cacao, comprobando que es apto para el uso en la industria debido a que cumplen las especificaciones según la USP XXXII.

A partir del proceso de extracción se logró obtener pectinas, mucilago/gomas y azúcares que pueden ser utilizados como agentes viscosantes, gelificantes y edulcorantes, y con el cumplimiento de los análisis de identificación y microbiológicos para dichos componentes, se elaboraron tres productos alimenticios. Posteriormente se realizaron pruebas

microbiológicas y se comprobó que los productos alimenticios son aptos para consumo humano; debido a que cumplen los criterios microbiológicos de alimentos según los valores de la comisión de actividad comercial A 2008. Se evaluó la aceptabilidad de los productos alimenticios por medio de una escala de diferencial semántico. Todos los productos fueron aceptados satisfactoriamente, por lo que se considera que la cáscara y la pulpa del fruto del cacao pueden ser utilizadas como agente viscosante y edulcorante de productos alimenticios.

## 2. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao en Guatemala es apreciado por la demanda internacional de chocolate de buena calidad. Se cuenta con dos mil productores aproximadamente, principalmente pequeños y medianos; Las plantaciones más grandes tienen entre 40 y 60 hectáreas y en Guatemala se ha registrado actualmente una exportación de US\$9 millones de los cuales la mayor parte son preparaciones que llevan cacao. En publicaciones de Agexport del año 2014 la producción de cacao en Guatemala aumentará de 1,200 a 1,800 toneladas métricas anuales en los próximos 5 años.

El proceso de producción de chocolate se inicia con la aceptación del fruto de cacao y su respectiva limpieza, se elimina la cáscara y pulpa, posteriormente se realiza el tostado de las semillas, se alcaliniza con carbonato de potasio, se muelen las semillas y se realiza la elaboración del chocolate. La eliminación de la cáscara y pulpa del cacao, puede ser una fuente económica en la industria alimenticia. En una entrevista telefónica realizada en el año 2015 con el presidente del Agexport se habló con detalle sobre la producción de cacao y qué hacen con la cáscara y pulpa del fruto. El presidente refirió que en su mayoría se desechan; sin embargo, se están realizando pruebas para la elaboración de una bebida alcohólica a partir del endocarpio del cacao.

El desecho del fruto son residuos orgánicos y biodegradables por acción de microorganismos. La parte interna del cacao es dulce y es fuente de nutrientes para bacterias que puede llegar a afectar al ecosistema a largo plazo y también se pueden producir gases tipo invernadero como el metano y CO<sub>2</sub> que son responsables del cambio climático del planeta (Nuria, 2011).

Según estudios realizados en otros países como Colombia y Ecuador se ha determinado que la cáscara de cacao contiene compuestos que pueden ser utilizados como agentes viscosantes, por ejemplo; la pectina (Suárez y Orozco, 2014) y otros que pueden servir como edulcorantes a todo nivel, que incluyen sacarosa, glucosa y fructosa (Ribeiro, et. al, 2006). Tomando en cuenta la presencia de dichos compuestos se pretende elaborar tres productos alimenticios y evaluar su aceptación.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 GENERALIDADES DEL *Theobroma cacao* L.

##### 3.1.1 Cacao

Nombre científico: *Theobroma cacao* L.

Los frutos del cacao son de origen tropical, del cual se produce el chocolate. El cultivo de cacao es un típico cultivo perenne y pertenece a la familia Esterculiaceae cuya principal característica es que sus miembros producen flores y frutas en el tallo y ramas. Es, además, un cultivo que crece y produce en forma adecuada cuando está protegido por la sombra de árboles de otras especies (Estrada, Romero, & Moreno, 2011).

##### 3.1.2 Historia

El cacao tenía gran valor para los mayas y fue utilizado como moneda, elemento de intercambio comercial y pieza clave en la preparación de comidas y bebidas. El registro arqueológico de cacao más antiguo hasta la fecha se remonta a 2,600 años atrás. En aquel tiempo, compuesto por una mezcla de cacao, maíz molido, pimienta, especias variadas y afrodisíacos naturales; daban como resultado una bebida tonificante, energética y afrodisiaca (Estrada, Romero, & Moreno, 2011)

##### 3.1.3 Descripción botánica

**3.1.3.1 Árbol:** El cacao es un árbol que puede alcanzar una altura de 6 a 8 m, posee un sistema radicular principalmente pivotante. Posee un tallo de crecimiento vertical con ramas laterales en verticilo. Las hojas son de color verde, lámina simple, entera casi ovalada, nervadura pinnada (Imagen No. 1). (Estrada, Romero, & Moreno, 2011).

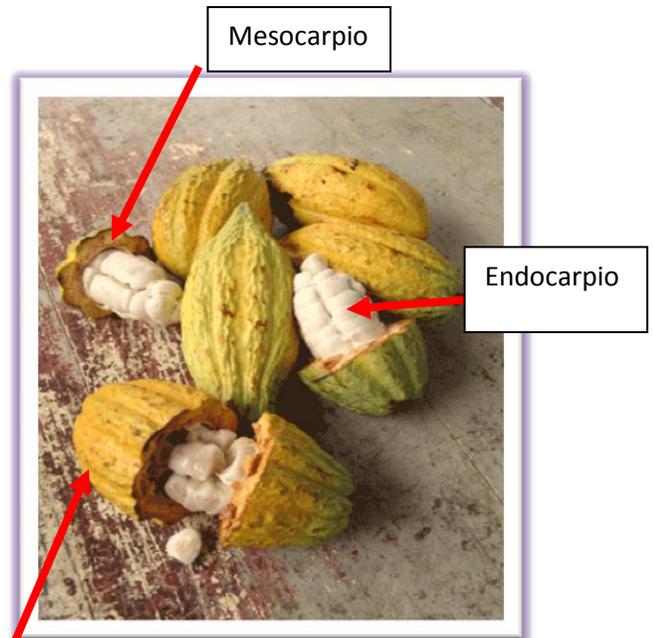


**Imagen No. 1** Árbol de cacao

Fuente: (Desde la plaza, 2015).

**3.1.3.2 Flor:** es hermafrodita, son pequeñas de diámetro entre 1-2 cm con el cáliz rosado. Los pétalos tienen colores que varían desde blanco a rosa en las distintas variedades.

**3.1.3.3 Fruto:** Es una baya denominada mazorca (imagen No. 2), que tiene forma de calabacín alargado, se vuelve roja o amarillo purpúrea y pesa aproximadamente 450 g cuando madura. La fruta, tiene forma de vaina y es ovoide, mide 15-30 cm de largo. La cáscara (pericarpio) es gruesa y sus capas son la cáscara o exocarpio que es la parte externa del fruto, mesocarpio la parte media y endocarpio conformado por la pulpa que envuelve la semilla. Cada mazorca contiene en general entre 30 y 40 semillas dispuestas en placentación axial e incrustada en el endocarpio.) (Suárez & Orozco, 2014).



Epicarpio

**Imagen No. 2 fruto del cacao**

Fuente: (Desde la plaza, 2015)

### 3.1.4 Variedad

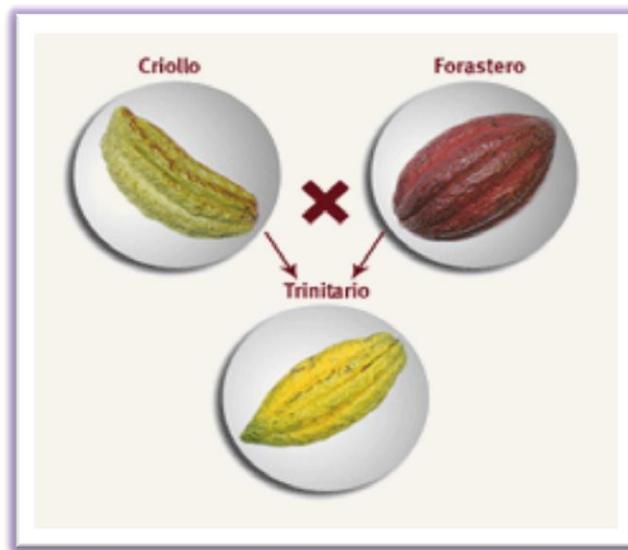
Actualmente en el mundo existen una gran cantidad de variedades, la riqueza genética con la que se cuenta es muy amplia; aunque originalmente sólo existían dos tipos: el criollo y el forastero, el cruce de estas dos especies ha dado origen al trinitario (Imagen No. 3).

**3.1.4.1 Cacao criollo o dulce:** Su origen se centra principalmente en Centroamérica, Colombia y Venezuela, entre las características sobresalientes se menciona que el fruto posee una cáscara suave, con 10 surcos profundos con otro de menor profundidad, su curvatura es borroñosa y termina en una punta delgada. La cáscara es de color blanco o violeta, las semillas son dulces y de ellas se elabora el cacao denominado fino (Estrada, Romero, & Moreno, 2011).

**3.1.4.2 Cacao forastero o amargo:** Su principal centro de origen se limita a la zona de América del Sur y es el más cultivado tanto en África como Brasil. Entre sus características posee una cáscara dura y más o menos lisa, de apariencia redondeada y la cáscara suele ser de color verde a amarillo. Las semillas son aplanadas de color morado y sabor amargo (Estrada, Romero, & Moreno, 2011).

**3.1.4.3 Cacao Trinitario:** esta variedad surge del cruce de la variedad criolla y forastero, las mazorcas por lo general son de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que el de las otras variedades; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. Actualmente es la variedad más cultivada en el mundo (Estrada, Romero, & Moreno, 2011).

**Imagen No. 3 Variedad del fruto del cacao**



Fuente: Ava bayat. (2014).

**3.1.5 Composición física y química:** la composición de los granos de cacao y de sus subproductos es muy compleja, cambiando a lo largo del crecimiento del grano, y dependiendo del proceso al cual éste es sometido. Algunos resultados del análisis de la composición química de los granos de cacao luego de su fermentación y secado se observan en la tabla No. 1

**Tabla No. 1 Composición química de Cacao.**

	% Máximo de cotiledón (o grano sin cáscara)	% Máximo de cáscara
<b>Agua</b>	3.2	6.6
<b>Grasa (manteca de cacao, grasa de la cáscara)</b>	57	5.9
<b>Cenizas</b>	4.2	20.7
<b>Nitrógeno total</b>	2.5	3.2
<b>Teobromina</b>	1.3	0.9
<b>Cafeína</b>	0.7	0.3
<b>Almidón</b>	9	5.2
<b>Fibra cruda</b>	3.2	19.2

Fuente: (Beckett, 2006).

## **3.2 PRODUCCIÓN DEL CACAO**

### **3.2.1 Producción de cacao a nivel mundial**

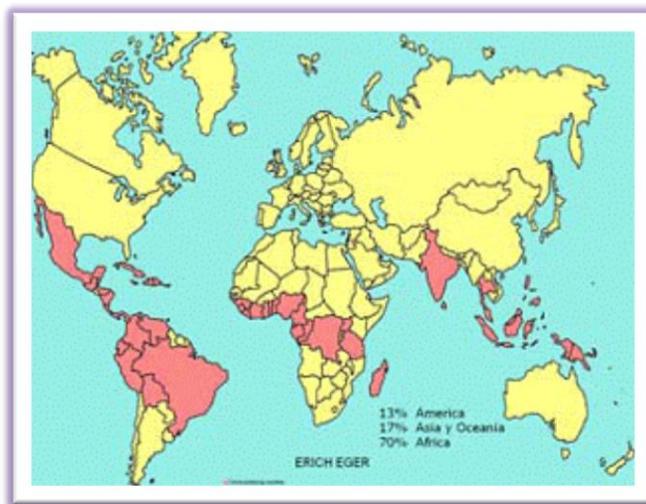
Durante los últimos 10 años se ha apreciado una creciente concentración geográfica en el cultivo de cacao y la región de África se ha establecido firmemente como principal proveedor. El incremento de la demanda de cacao en grano se ha visto cubierto por el aumento de la producción, principalmente en los países productores de África occidental (Espinal, Martínez, & Ortiz, 2013).

Durante el 2012, en la Unión Europea se importaron más de 1.440.413<sup>3</sup> toneladas de cacao como semilla para los diferentes procesos industriales, siendo los principales proveedores Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún.

De toda la región centroamericana, Nicaragua presenta las mayores exportaciones, seguido de Costa Rica. (Imagen No. 4). Los principales destinos de esas exportaciones han sido

Bélgica, Alemania y Reino Unido (Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2014).

#### **Imagen No. 4 Producción de cacao a nivel mundial**



Fuente: (Negocios Guatemala, 2006).

#### **3.2.2 Mercados Centroamericanos**

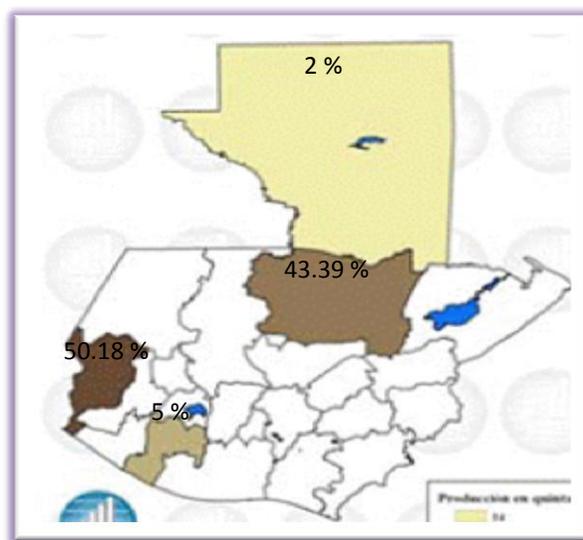
Todos los países de Centroamérica son productores de distintos tipos de cacao, y en muchos casos se disputan los mismos mercados internacionales. (Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2014). La producción centroamericana de cacao es de aproximadamente 6,365 toneladas métricas, según boletín del ICCO volumen XXXVIII No. 3. En el año cacaotero 2011-2012, la producción mundial para este periodo fue de 3.9 millones de toneladas, el continente de América produce 561,300 toneladas métricas que conforma el 13% de la producción mundial, del cual Centroamérica produjo el 1% de la producción de América (RUTA, Unidad regional para el desarrollo sostenible, 2013).

#### **3.2.3 Producción de cacao en Guatemala**

En Guatemala los próximos cinco años se calculan que la producción de cacao aumentará de 1,200 toneladas métricas anuales a 1,800 debido a la implementación de buenas prácticas agrícolas impulsadas por el sector privado y gubernamental. Guatemala cuenta con unos dos mil productores principalmente pequeños y medianos: las plantaciones más

grandes tienen entre 40 y 60 hectáreas. Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores en la actualidad con el sistema moderno el rendimiento aumenta de entre 200 y 500 quintales por hectárea a 1500 y 2000 (imagen No. 5).

**Imagen No. 5 pronóstico de producción en quintales por departamento en Guatemala**



Fuente: (Negocios Guatemala, 2006).

Actualmente se exportan unos US\$9 millones de los cuales la mayor parte son preparaciones que llevan cacao. El principal objetivo es exportar calidad para el mercado gurmé; en la actualidad se envían pedidos a Alemania, Holanda y Asia (Agexport, 2014).

En el país hay unos dos mil productores, de los cuales los más grandes tienen sembrada entre 40 a 60 hectáreas. Cada quintal tiene un precio aproximado de 1200 quetzales (US\$ 150) a 1500 quetzales (US\$ 188).

El mejor cacao de Guatemala se da en alturas de entre 300 y mil metros sobre el nivel del mar. Datos de Agexport indican que los principales departamentos productores son Alta Verapaz, Izabal y las partes medias de las montañas de la Costa Sur que incluye San Marcos (Imagen No. 5).

Las características especiales de sus suelos, la calidad genética de sus cacaos finos y el aroma característico del chocolate de Guatemala, hacen del cacao nacional un producto de alta calidad para la industria de productos de chocolate Gourmet del mundo entero. Entre los productos que trabaja el sector se pueden mencionar: Cacao en grano, licor o pasta de cacao, manteca de cacao, NIBS tostados, cocoa, coberturas, bebidas de chocolate, chocolatería fina y repostería de chocolate, entre otros (Agexport, 2016).

El 85% de toda la producción la hace el pequeño productor, por lo que estamos conscientes del beneficio que este cultivo representa para los grupos de pequeños productores. Además, de gran importancia, es la conservación natural de la biodiversidad, pues el árbol del cacao es un árbol diseñado por la naturaleza como protector de biodiversidad y de recursos hídricos, rescate y regeneración de bosques y de sistemas agroforestales amigables con el medio ambiente (Agexport, 2016).

### **3.2.3.1 Beneficios de la producción del cacao**

La producción de cacao contribuye a la seguridad alimentaria mediante tres mecanismos básicos:

- Producen alimentos y medicinas asociando cultivos al cacao en el mismo terreno.
- Producen ingresos que permiten a las familias comprar alimentos
- El cacao se incorpora en forma regular en la nutrición familiar.

### **3.2.3.2 Estructura de la Industria:**

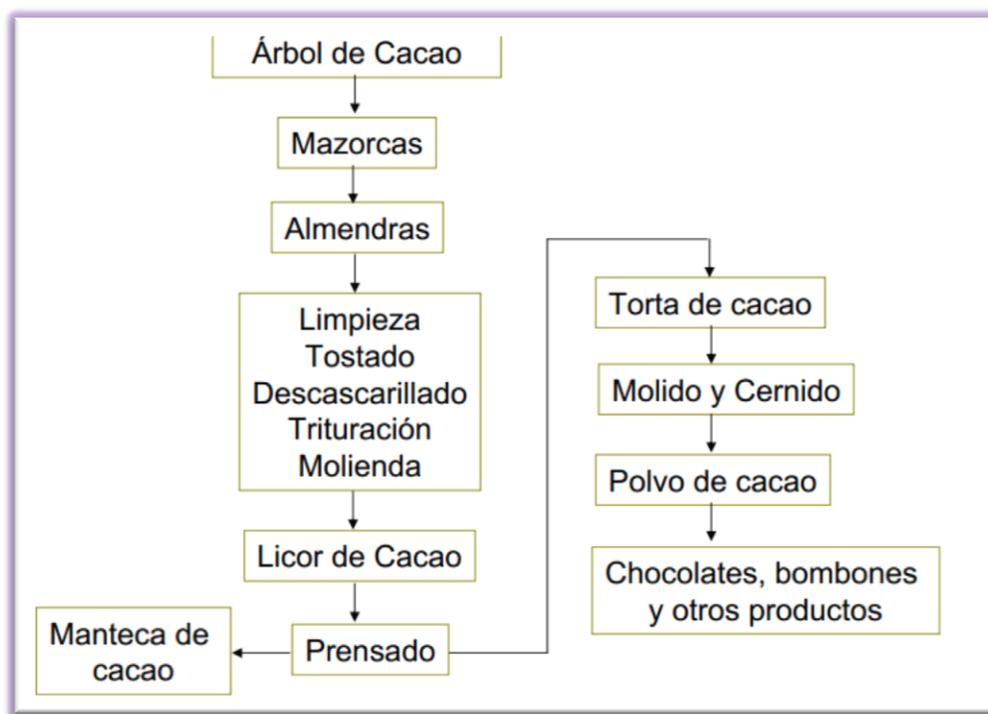
En la actualidad existen 154 empresas en Guatemala que procesan el cacao en forma artesanal. Generalmente, estos son pequeños empresarios que generan autoempleo para ellos y sus familias. El producto generado es chocolate de taza. El proceso incluye selección, descascarillado manual, la molienda y el tueste en hornos de cocina o comales (Directorio de Agexport y Cámara de Industria). Actualmente, se está trabajando en incentivar este tipo de industria por medio de la organización del “Clúster de Cacao”. Este clúster, es producto de los esfuerzos de varias instituciones en búsqueda del fomento comercial como: inversión, producción, prestación de servicios, transformación e

industrialización del producto, etc. Además, existen proyectos relacionados al fomento del Cacao como lo son: Sistema “Salvemos al Cacao” (MAGA-CPDL– AGEXPORT– UNPD); “Identificación de la Moniliasis” y el “Cacao en Centroamérica” (CATIE) (Negocios Guatemala, 2006).

### 3.2.4 Productos derivados del cacao

Los derivados del cacao son una importante fuente de energía, contienen antioxidantes que contribuyen a evitar la oxidación del colesterol. Entre sus derivados se encuentran el licor del cacao, manteca de cacao y el cacao en polvo (Imagen No.6) (Suárez & Orozco, 2014).

**Imagen No. 6 producción de los derivados del cacao**



Fuente: (Espinal, Martínez, & Ortiz, 2013).

## 3.3 DESECHOS DE LA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DEL CACAO

### 3.3.1 Cáscara

En la explotación cacaotera sólo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco. La cáscara (imagen No. 7) es el 90%

del fruto y es el principal producto de desecho de la industria cacaotera. Esta circunstancia se ha traducido en serios problemas ambientales tales como la aparición de olores fétidos por su degradación microbológica, liberando gases como CO<sub>2</sub> y metano que son responsables de cambios climáticos y el deterioro del paisaje, problemas de disposición, así como también como una fuente significativa de enfermedades cuando es usado como abono en las plantaciones. La cáscara fresca o seca puede ser utilizada como alimento para el ganado. Pero su contenido de teobromina restringe la proporción en la cual puede ser consumido, por lo que su uso ha sido limitado (Bazarte, Sangronis, & Unai, 2008).

#### **Imagen No. 7 cáscara de cacao desechado**



Fuente: (Suárez & Orozco, 2014).

La cáscara del cacao contiene más de 40% de fibra dietética, celulosa, hemicelulosa y ácido galacturónico. A su vez contiene proteína, lignina, minerales, lípidos, hidratos de carbono tales como almidones y azúcares, teobromina, y otros compuestos tales como polifenoles, taninos y cafeína (Eghosa, Uwagboe, & Hamzat, 2010).

### **3.4 PULPA DEL FRUTO DEL CACAO**

#### **3.4.1 Pulpa y eje central de cacao**

La pulpa del cacao (*Theobroma cacao L.*) es un tejido parenquimático de color blanco formado por células alargadas derivadas del endocarpio que se fusiona con el tegumento de la semilla tomando consistencia mucilaginosa cuando alcanza la madurez. La pulpa del

endocarpio llega a contener mayoritariamente agua (78-80%), azúcares simples (10-15%), ácido cítrico (1-3%), proteínas ( $\leq 1\%$ ), grasas ( $\leq 0.5\%$ ), aminoácidos ( $\leq 0.2\%$ ), Entre otros (Lima, et al 2011).

Dentro del fruto sano la pulpa permanece estéril, pero es colonizada por una sucesión de microorganismos, particularmente levaduras, bacterias lácticas y acéticas después de abrir la baya. La pulpa contiene carbohidratos tales como glucosa, fructosa y sacarosa y un valor de acidez de un pH entre 3.3 y 4.0 debido a la presencia de ácido cítrico. La pulpa es viscosa debido a que contiene pectinas y otros polisacáridos, que además dificultan la difusión del aire (Romero & Zambrano, 2012).

Los azúcares presentes en la pulpa de cacao dependen tanto del tipo de cacao, tiempo de cosecha y suelos, ya que el cacao presenta dos ciclos de cosecha fundamentales, los cuales están marcados por las precipitaciones, específicamente, el inicio y culminación de las lluvias, lo que a su vez está relacionado con las condiciones edafoclimáticas (Romero & Zambrano, 2012). En Venezuela se realizó una cuantificación de azúcares en pulpa de cacao del cual se encontraron resultados observados en la tabla No. 2.

**Tabla No. 2 Contenido de azúcares (%) en la pulpa fresca para los tipos de cacao determinado por electroforesis capilar.**

Tipo de cacao	Cosecha	Azúcares reductores		Sacarosa	Azúcares totales (%)
		Fructosa	Glucosa		
Guasare	Primera (enero)	0,65	0,19	0,94	2,56
	Segunda (julio)	1,10	0,78	0,43	2,97
Porcelana	Primera (marzo)	0,41	0,29	0,82	1,73
	Segunda (octubre)	0,71	0,56	0,20	1,62
Merideño	Primera (enero)	0,96	0,68	0,08	1,76
	Segunda (julio)	1,32	0,66	0,18	2,84

Fuente: (Romero & Zambrano, 2012)

### 3.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CÁSCARA Y PULPA DEL CACAO

#### PECTINAS

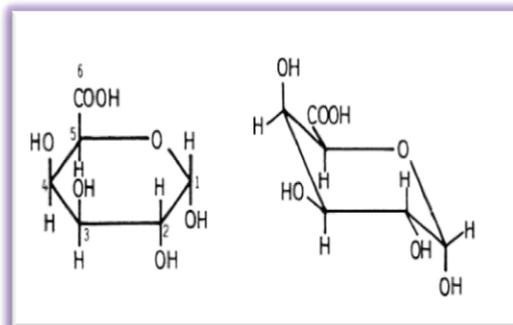
La pectina consiste en un conjunto de polisacáridos que están presentes en la pared celular y son particularmente abundantes en las partes no leñosas de las plantas terrestres. Estos polisacáridos pécticos son importantes en el control de la porosidad de la pared, la adherencia de las células subyacentes y para controlar el ambiente iónico de la pared celular de las plantas. Otra función radica como defensa en la planta debido a que el ácido galacturónico (unidad básica de la pectina) es un componente esencial de elicitores activos de la pared celular, sustancias que provocan o causan la acumulación de fitoalexinas con propiedades antibióticas en los sitios de infección de la planta (Canteri, Moreno, Wosiacki, & Scheer, 2012).

#### 3.5.1 QUÍMICA DE LAS PECTINAS

Las pectinas son un grupo de polisacáridos vegetales estructurados básicamente por moléculas de ácido D – galacturónico unidas por enlaces glucosídicos, donde algunos de los carboxilos pueden estar esterificados con metilos o en forma de sal (Bazarte, Sangronis, & Unai, 2008). Los ácidos pectínicos están formados por diecisiete monosacáridos diferentes, organizados en distintos polisacáridos, a partir de más de veinte diferentes enlaces, formando una red que los une, agrupados en diferentes tipos de cadena, constituido por ácido urónico, hexosas, pentosas y metilpentosas. Las pectinas están clasificadas como de alto metoxilo y de bajo metoxilo según su grado de esterificación, aportando propiedades y poder de gelificación diferentes a cada una de ellas (Vaclavick & Christian, 2002).

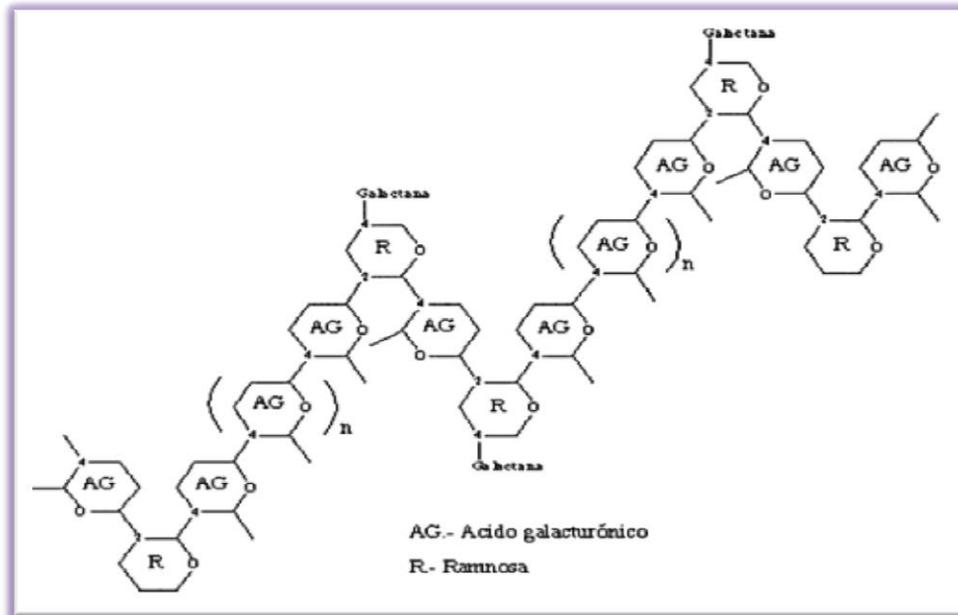
##### 3.5.1.1 Cadenas principales de pectinas

**Imagen No. 8 ácido  $\alpha$ -D-galacturónico**



Fuente: (Vaclavick & Christian, 2002)

### Imagen No. 9 Representación simplificada de la estructura de Ramnogalacturonanas



Fuente: (Heredía, Jimenez, Fernandez, Guillén, & Rodriguez, 2005).

### 3.5.1.2 Propiedades físicas y químicas de la pectina.

#### 3.5.1.2.1 Viscosidad.

La pectina en agua forma soluciones viscosas dependiendo de su peso molecular, grado de esterificación, pH y concentración electrolítica de la solución. Las soluciones de pectina completamente esterificadas no cambian apreciablemente su viscosidad al variar el pH, pero al disminuir el grado de esterificación la capacidad de formar geles se vuelve dependiente del pH. El calcio y otros iones polivalentes aumentan la viscosidad de las soluciones de pectinas y algunas pectinas de bajo metoxilo pueden gelificar si la concentración de calcio supera un cierto límite (Cubero, Monferrer, & Villalta, 2002)

### 3.5.2 MUCILAGOS

El mucílago es una sustancia viscosa, generalmente hialina, que contiene el cacao. Es un producto orgánico de origen vegetal, de peso molecular elevado, superior a 200.000 g/mol, cuya estructura molecular completa es desconocida. Están conformados por polisacáridos celulósicos que contienen el mismo número de azúcares que las gomas y pectinas.

Los mucílago se suelen confundir con las gomas y pectinas, diferenciándose de estas sólo en las propiedades físicas. Mientras que las gomas y pectinas se hinchan en el agua para dar dispersiones coloidales gruesas y las pectinas se gelifican; los mucílago producen coloides muy poco viscosos, que presentan actividad óptica y pueden ser hidrolizados y fermentados. Se forma en el interior de las plantas durante su crecimiento (Alaniz, Arvizú, y González, 2012).

### 3.5.3 GOMAS

Al contrario de los mucílago, estas están formadas por largas cadenas de ácido urónico, xilosa, arabinosa o manosa. Proviene de la transformación de polisacáridos de la pared celular (Alonso, 2011).

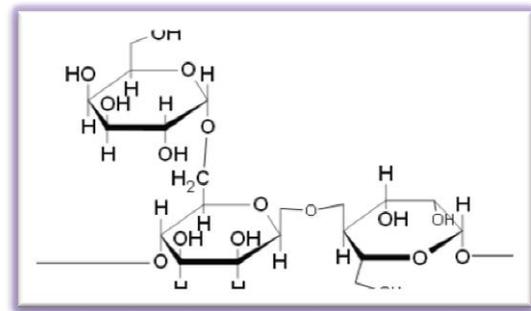


Imagen No. 10 estructura química de una goma

### 3.5.4 AZÚCARES

#### 3.5.4.1 Sacarosa

Es un cuerpo sólido cristalizado, cuyo color en estado puro es blanco. Se trata de una sustancia soluble en agua y que se caracteriza por su sabor muy dulce. La sacarosa pertenece al grupo químico de los hidratos de carbono, concretamente disacárido, conformado por glucosa y fructosa (EcuRed, 2016).

#### 3.5.4.2 Azúcares reductores

- **Glucosa**

Monosacárido (o simple azúcar). Es un importante carbohidrato en Biología. La glucosa es uno de los productos principales de fotosíntesis y comienzo respiración celular. La glucosa se define como una solución acuosa concentrada y refinada de D (+) glucosa, maltosa y

otros polímeros de D (+) glucosa obtenidos mediante la hidrólisis parcial controlada del almidón comestible (Kirk & et al., 2002).

- **Fructosa**

Es un Azúcar de seis átomos de Carbono donde el doble enlace con el Oxígeno se ubica en la segunda posición de la cadena. La fructosa es un endulzante natural obtenido de la fruta, por lo que también es conocida como azúcar de la fruta, que es tolerada por muchos diabéticos ya que no se absorbe tan rápidamente como la azúcar blanca, por esta razón se ha utilizado tradicionalmente como edulcorante para diabéticos (EcuRed, 2016).

### **3.5.5 IMPORTANCIA Y APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA DE LOS COMPONENTES DE LA CÁSCARA Y PULPA DE CACAO**

Las pectinas, gomas y mucilagos promueven el aumento de la viscosidad, actúan como coloide protector y estabilizador en alimentos y bebidas. Las bebidas de bajas calorías son muy claras (de textura), por lo tanto, no otorgan la adecuada sensibilidad a la boca, como los proporcionados por el azúcar en los refrescos convencionales. La pectina permite mejorar la textura de tales productos, por ejemplo, en las mermeladas y la gelatina. En los sorbetes y helados, la pectina puede usarse para controlar el tamaño del cristal. La pectina de alto metoxilo preserva a los productos lácteos de la agregación de caseína cuando se calienta a valores de pH inferiores a 4.3. Los azúcares en la industria alimentaria pueden ser utilizados como edulcorantes naturales en los productos como jaleas, jarabes entre otros (Canteri, Moreno, Wosiacki, & Scheer, 2012).

## **3.6 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS PRODUCTOS A ELABORAR**

### **3.6.1 Polvos para reconstituir**

Los polvos son una forma de dosificación muy antigua, tiene algunas ventajas y desventajas que se pueden observar en la tabla No. 3

**Tabla No. 3 ventajas y desventajas de los polvos para dosificar**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
De fácil mezclado	No aconsejable en principios activos desagradables o que sean higroscópicos y delicuescentes
Muy buena estabilidad química	Susceptibilidad a la humedad ambiental
Gran área superficial específica, lo que proporciona una mayor disolución comparadas con las formas de dosificación compactadas	No se recomienda para incorporar principios activos que se oxiden fácilmente. Tiempo de producción mucho más rápidos

Fuente: (Jimenez Tellez, 2015).

### **3.6.2 Gelatina**

La gelatina de sabor es el producto elaborado con la mezcla de azúcar refinada y gnetina comestible que es un producto alimenticio que se obtiene por hidrólisis ácida o alcalina de material colágeno (huesos, pieles y cartílago), adicionado con aditivos permitidos. En el caso de la gelatina vegetal, la definición es similar pero en vez de gnetina contiene alginato de sodio con fuente de calcio regulado; o carrageninas con fuente de sodio y potasio (Pruebas de calidad gelatinas. 2012).

### **3.6.3 Solución tipo jalea**

Una solución o disolución es una mezcla homogénea de dos o más componentes. Las soluciones tipo jalea son un tipo de conserva dulce de aspecto transparente y gelatinoso, elaborada a partir de zumo de fruta al que se le añade abundante azúcar o miel. La jalea es una preparación de frutas semitransparente, es decir no tiene la consistencia espesa de la compota, ni la miel, y consiste en el jugo colado de diversas frutas y verduras, que pueden ser separadas o en combinación que se endulza con el azúcar y se calienta muy lentamente justo bajo el punto de ebullición, y se deja coagular. Frecuentemente se la añade pectina o gelatina para darle esa consistencia gelatinosa (Jiménez Mora, 2010).

### **3.6.4 Emulsión**

Se llama emulsión a una dispersión coloidal de un líquido en otro inmiscible con él, y puede prepararse agitando una mezcla de los dos líquidos o preferentemente, pasando la muestra por un molino coloidal llamado homogeneizador. Tales emulsiones no suelen ser estables y tienden a asentarse en reposo; para impedirlo, durante su preparación se añaden pequeñas cantidades de sustancias llamadas agentes emulsificantes o emulsionantes, que sirven para estabilizarlo. Entre las emulsiones alimenticias están la leche, yogurt, cremas, mantecas, margarina, jugos, sopas, mayonesa, licores en crema, salsas, postres, helados, aderezos, etc. (Totosaus, 2006).

### **3.6.5 Pudín**

Según (Oxford University Press, 2014), Pudín es una especie de pastel, dulce o salado, que se elabora con diversos ingredientes picados y mezclados con huevos o leche, que se cuece y cuaja dentro de un molde de paredes altas al baño María; puede servirse caliente, templado o frío (Márquez, 2014)

## **3.7 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS APLICADAS.**

### **3.7.1 Porcentaje de rendimiento de extracción**

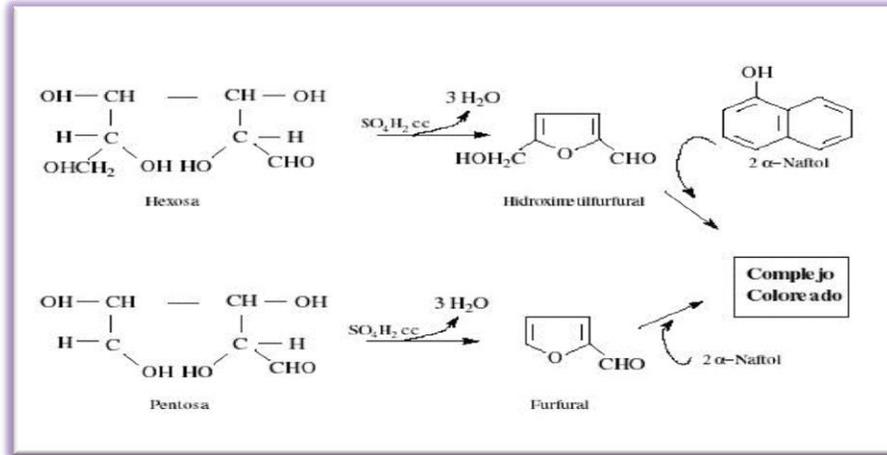
Se basa en el peso de la porción de pectinas y azúcares que se obtiene de una determinada cantidad de la cáscara y pulpa del cacao que pasa por un proceso de extracción. No se toma en cuenta la composición o análisis de los componentes. Se expresa en forma porcentual (Subiróz Ruiz, 2000).

### **3.7.2 Determinación de azúcares**

#### **3.7.2.1 Análisis cualitativo por el método de reacción Molish**

Esta reacción sirve para el reconocimiento de todo tipo de azúcares. Los azúcares, en medio ácido fuerte se deshidratan formando furfurales. Estos furfurales al reaccionar con el  $\alpha$ -naftol originan complejos de intenso color (Imagen 14) (Suárez & Orozco, 2014).

**Imagen No. 11 Reacción de Molish**



Fuente: (Suárez & Orozco, 2014).

### 3.7.2.2 Análisis cualitativo por el método de Fehling o Benedict.

La solución de Fehling y de Benedict, son soluciones alcalinas de Cu<sup>+2</sup> complejado con iones tartrato (Fehling) o citrato (Benedict). Ambas pruebas se basan en la capacidad de reducir a los iones cúpricos (Cu<sup>+2</sup>) al estado cuproso (Cu<sup>+</sup>), en presencia de azúcares reductores el cual al calentarse precipita como óxido cuproso (Cu<sub>2</sub>O), manifestándose con la aparición de un precipitado rojo (Suárez & Orozco, 2014).

### 3.7.3 Criterios microbiológicos

- **Criterios microbiológicos del extracto**

<61> Cumple con los requisitos de la prueba para la ausencia de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* (Convención de la Farmacopea de los Estados Unidos de America, 2007).

- **Criterios microbiológicos de los productos**

Análisis microbiológico	Valores según comisión de actividad comercial A 2008 (UFC/g ó mL)		
	S	A	I
Coliformes totales	<1000	1000-10000	>10000
Escherichia coli	<20	20-100	>100
Mohos y levaduras (jalea, gelatina)	<1000	1000-10000	>10000
<i>Staphylococcus aureus</i> (para pudín)	<1000	1000-10000	>10000

S= satisfactorio    A= Aceptable    I=Insatisfactorio



#### **4. JUSTIFICACIÓN**

La producción del cacao en Guatemala está incrementando hasta un 50%, esto debido a la demanda de exportación del fruto de cacao, que representa el 5% de un cacao único en el mundo, según datos de Agexport, el rendimiento aumentará de 200 a 500 quintales por hectárea, siendo los principales departamentos productores de cacao la Costa Sur, que incluye San Marcos, por este motivo es el departamento que se eligió para la recolección de cáscara de cacao.

Debido a la gran demanda de exportación de cacao para la producción de chocolate se tuvo la inquietud de utilizar la cáscara de cacao considerada como un desecho y darle un valor agregado. Desde la cáscara y pulpa del fruto se extraerán pectinas y azúcares naturales para ser utilizados como viscosantes y edulcorantes respectivamente y poder fabricar tres productos alimenticios que consisten en un polvo para reconstituir, una solución tipo jalea y una emulsión; que posteriormente serán puestos a evaluación por un grupo de voluntarios seleccionados al azar, para establecer la aceptabilidad de los mismos.

El beneficio radica en el aprovechamiento del desecho de la cáscara y pulpa de cacao, representando al sector del área agrícola como al sector industrial, una gran rentabilidad principalmente en el ámbito alimenticio, debido a que habrá una disminución de gastos durante la manufactura de los productos y la población consumidora tendrá productos más baratos y de calidad.

La investigación tiene como finalidad aportar una nueva fuente de agente viscosante y edulcorante de origen natural y demostrar que a partir de la cáscara y pulpa de cacao se puede elaborar productos adecuados para la industria alimentaria.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Evaluar la aceptabilidad de tres productos alimenticios elaborados a partir de la cáscara y pulpa del fruto del cacao.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Determinar la presencia de pectinas, mucilagos y gomas en el extracto obtenido de la cáscara y pulpa del cacao a partir de pruebas de caracterización.
- Determinar la presencia de azúcares reductores de la cáscara y pulpa del fruto del cacao a partir de análisis cualitativo por método de Benedict.
- Realizar pruebas microbiológicas de los extractos obtenidos a partir de la cáscara y pulpa del endocarpio del cacao en base a las especificaciones de la USP XXXII
- Identificación de azúcares en la pulpa del fruto fresco de cacao por medio de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas.
- Evaluar la capacidad viscosante del extracto obtenido de la cáscara y pulpa de cacao en base a las pruebas especificadas.
- Realizar pruebas microbiológicas de los productos alimenticios elaborados de la cáscara y pulpa del cacao según criterios microbiológicos de alimentos, por el RTCA.

## **6. HIPOTESIS**

La cáscara y pulpa del fruto del cacao pueden ser utilizados como agente viscosante y edulcorante de productos alimenticios

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1 UNIVERSO Y MUESTRA**

**7.1.1 Universo (población):** Extracto obtenido de la cáscara y pulpa de Cacao recolectado de la Finca Virginia, San Marcos

**7.1.2 Muestra:** muestra de los tres diferentes productos elaborados del extracto de la cáscara y endocarpio de Cacao

### **7.1.3 Recursos Humanos**

Mayra Barrios (Tesisista)

Licenciado Julio Chinchilla (Asesor)

Licenciada Aylin Santizo (Revisora).

### **7.2 MATERIALES**

- Cáscara con pulpa de cacao trinitario
- Leche en polvo
- Grenetina
- Mora, Manzana
- Azúcar

#### **7.2.1 Cristalería**

- Beakers de 500 mL
- Beaker de 250 mL
- Tubos de ensayo
- Micropipetas
- Bulbo
- Varillas de vidrio
- Probetas
- Espátula
- Cajas de Petri

### **7.2.2 Equipos e instrumentos**

- Licuadora
- Embudo de buchner
- Papel filtro
- Balanza analítica, semianalítica
- Centrifugadora de laboratorio
- Horno de secado
- Refrigeradora
- Estufa
- Viscosímetro Brookfield
- Cromatógrafo de gases acoplado a espectrometría de masas

### **7.2.3 Reactivos**

- Ácido sulfúrico
- EDTA
- Reactivo de Benedict
- Agua destilada
- Reactivo de Molish
- Solución Amortiguadora de Fosfato de pH 7,2
- Medio Líquido de Selenito–Cistina y de Medio Líquido de Tetrionato,
- Agar MacConkey
- Agar verde brillante

## **7.3 MÉTODO**

### **7.3.1 Extracción de agentes viscosantes en cáscara y pulpa de cacao**

- Se cortó transversalmente el fruto de cacao, luego en un recipiente se colocó la cáscara en trozos pequeños junto con la pulpa del cacao.
- Luego se colocaron en planchas y se deshidrataron a 55°C durante 36 – 48 h en un horno de convección
- A dos porciones de 30 g de cáscara de cacao deshidratado, se colocó en beacker de 1000 mL y se mezcló con 800 mL de EDTA al 0.5%.
- Se ajustó el pH (3-5) con ácido cítrico y se dejó calentar por 60 min en baño de María a temperatura de (60-90 °C).
- Se dejó enfriar a temperatura ambiente y se filtró en tela o manta.
- El extracto obtenido se llevó a secar en horno de convección.
- Se estimó el rendimiento de extracción como la relación entre el peso del extracto y el peso inicial de la cáscara y pulpa recolectada seca (Bazarte, Sangronis, & Unai, 2008).

### **7.3.2 Extracción de azúcares en pulpa de cacao**

- Se escogieron los cacaos frescos y maduros. Luego se lavaron con agua para eliminar residuos de suciedad.
- Se cortó transversalmente, se separó la pulpa del endocarpio de cacao. Luego se dejó en agua destilada, se agitó y se dejó en maceración por media hora.
- Se llevó a calentamiento continuo (aproximadamente 90<sup>0</sup>C por 2 horas)
- Se concentró hasta dejar un sabor dulce.
- Se dejó enfriar y se colocó en envases de poliestirero en forma de gotero.

### **7.3.3 Control de calidad del extracto de la cáscara y pulpa de cacao**

#### **7.3.3.1 Identificación de pectinas**

**A:** Se calentó 1 g con 9 mL de agua en un baño de vapor, reponiendo el agua perdida en la evaporación, hasta que se forme una solución.

- Positivo: gel al enfriarse.

**B:** A una solución (1 en 100), se agregó el mismo volumen de alcohol.

- Positivo: Precipitado translúcido y gelatinoso.

**C:** A 5 mL de una solución (1 en 100) se agregó 1 mL de hidróxido de sodio 2N y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 15 minutos.

- Positivo: gel o semigel (diferenciación de la goma tragacanto).

**D:** Se acidificó el gel de la prueba anterior con ácido clorhídrico 3N y se agitó:

- Positivo: precipitado voluminoso, incoloro y gelatinoso que al hervirlo se torna blanco y floculante (Ácido pectínico).

### **7.3.4 Identificación de mucilago y gomas del extracto de epicarpio y endocarpio de cacao**

#### **7.3.4.1 Método de hinchamiento:**

En una probeta de 25 mL con tapa se agregó 1.0 g de muestra, se humedeció con 1 mL de alcohol, Se añadió 25 mL de agua y tapar. Se agitó vigorosamente cada 10 minutos por una hora. Se dejó reposar durante 3 horas, (luego de 90 minutos, se observó que el extracto humedecido dentro de la probeta aumentó su volumen). Se determinó el volumen ocupado por la muestra, incluyendo lo que estaba adherido.

- Se realizó tres pruebas a la vez. El índice de hinchamiento está dado por el promedio de las tres (Villela, 2005).

### **7.3.5 Determinación de azúcares en extracto de cáscara y pulpa de cacao**

#### **7.3.5.1 Procedimiento para reacción de Molish**

- Se Pipeteó en un tubo de ensayo 2 ml de disolución de cada muestra de extracto de cáscara de cacao y concentrado de pulpa y endocarpio de cacao.
- Se añadió 2 gotas de  $\alpha$ -naftol al 1% y se mezcló bien.
- Con una pipeta se dejó resbalar por la pared del tubo de ensayo 2 ml de ácido sulfúrico concentrado, con mucho cuidado, procurando que no se mezcle para que forme una capa bajo la disolución de azúcar.
- En la superficie de separación de ambas capas se producirá la deshidratación del azúcar y su reacción con  $\alpha$ -naftol, formándose un anillo de color oscuro en dicha interface.

- Molish positivo: anillo oscuro.

### 7.3.5.2 Prueba de Benedict.

Se Pipeteó en un tubo de ensayo 5 ml de reactivo de Benedict

Se calentó a ebullición.

Se añadió 1 ml a cada muestra de extracto de cáscara de cacao y concentrado de pulpa y endocarpio de cacao, se mezcló bien y se volvió a calentar a ebullición.

Si la reacción es positiva: precipitado rojizo, aunque si la cantidad de azúcar es pequeña el color es anaranjado o verdoso, si es negativo la coloración es azul.

### 7.3.6 Identificación de azúcares en extracto de pulpa de cacao fresco por medio de Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masas

- a. Se realizó una limpieza al iniciar el análisis de identificación en el Cromatógrafo de gases/espectrómetro de masas con 2 ml de metanol, en un vial de vidrio de 2 mL.
- b. Se tomó 20 mL de la solución problema a analizar y se llevó a ebullición hasta eliminar el agua. Luego se agregó 2 mL de metanol, se dejó reposar por 10 minutos y se filtró.
- c. Se trasvasó a un inserto de polipropileno y se colocó en un vial de vidrio de 2 mL.
- d. Se selló con arandela de aluminio y se agitó en vórtex
- e. Se colocó el vial en el automuestreador.
- f. Se inyectó en el Cromatógrafo de Gases/Espectrometría de Masas con las siguientes especificaciones:

METODO: Anfetamina Largo Modificado

CONDICIONES:

Temperatura del horno: Inicial de 110 °C por 2 min. Rampa I: 13°C/min

Temperatura del inyector: 250 °C

Temperatura del detector: 280 °C

Modo de inyección: SPLIT

Flujo de gas portador (helio): 20.00 mL/m

Columna: Capilar Hewlett-Packard-MS (5% phenyl Methyl Siloxane)

Capacidad total de jeringa: 10 uL

Volumen a inyectar: 1 uL

- g. Se ingresó los datos de la muestra en la secuencia del equipo.

- h. Identificar los picos correspondientes del cromatograma en la biblioteca del equipo e Imprimir resultados.

### 7.3.7 Medición de la Viscosidad del extracto de cáscara y pulpa de cacao

- Se montó el viscosímetro Brookfield con su dispositivo de protección sobre su soporte. Se llena un beacker con el producto a ensayar.
- Se sumergió el vástago en la solución a medir hasta la marca que figura sobre el eje. Bajar el viscosímetro sobre su soporte y fijar el vástago al eje. Se comprobó verticalidad.
- Se puso el motor en marcha. Se ajustó la velocidad deseada. Desbloquear la aguja y dejar que gire hasta que se estabilice sobre el dial. Generalmente entre 5 y 10 segundos. Se bloqueó la aguja y se anotó la lectura.
- Se continuó tomando lecturas hasta que 2 valores consecutivos no difieran en  $\pm 3 \%$ , salvo otra indicación. Se tomó el valor medio de las dos últimas lecturas.

### CÁLCULOS

La viscosidad Brookfield RV, en cP, de la muestra a ensayar, se obtiene según la siguiente expresión:

$$v = K \times L$$

Siendo K un coeficiente que depende de la relación velocidad / vástago utilizado y L el valor medio de las dos lecturas dadas como válidas.

### 7.3.8 Elaboración de productos

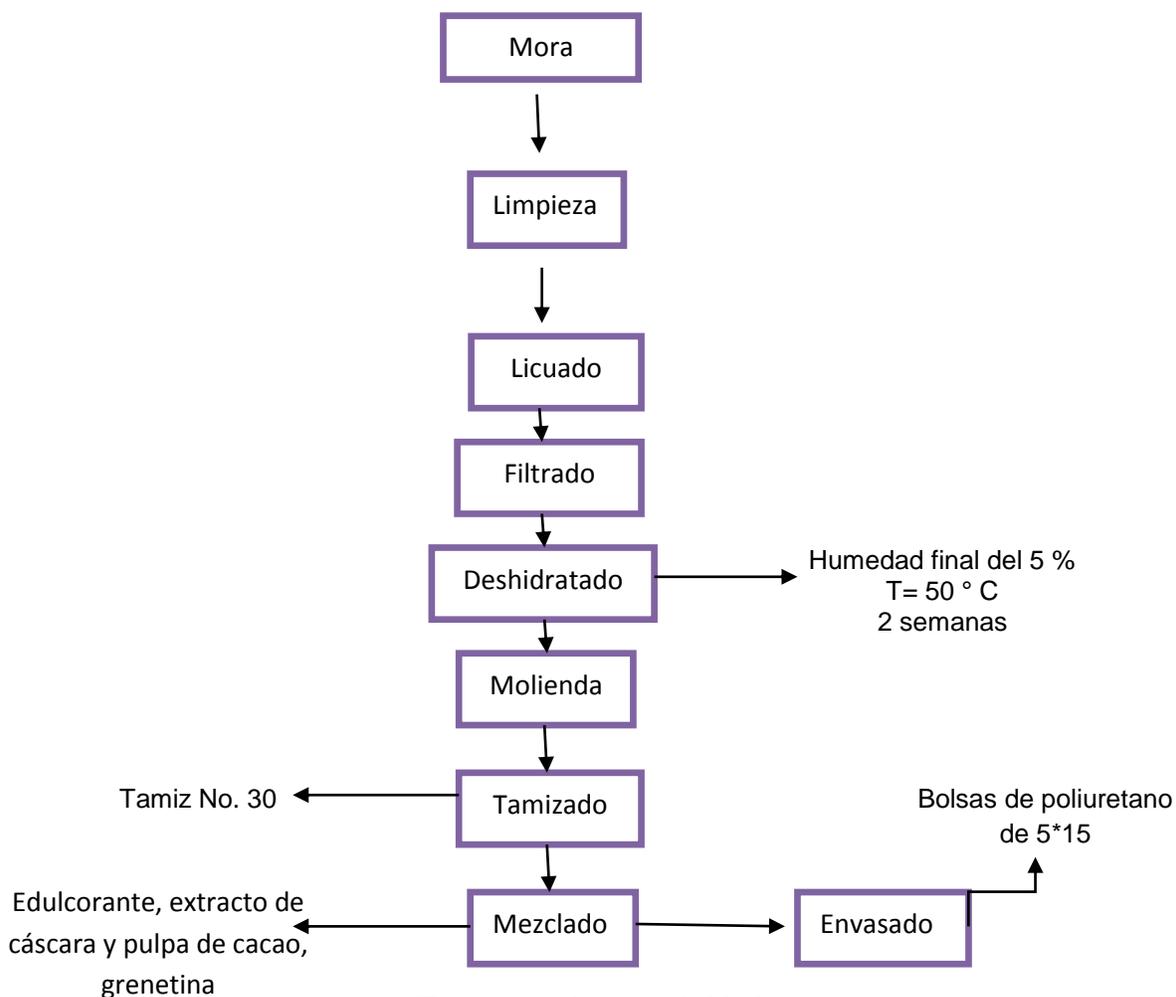
#### 7.3.8.1 Polvos para reconstituir: Gelatina de mora

Tabla No. 4 Formulación de gelatina de mora

Ingrediente	Formulación
Mora	65.0
Edulcorante	30.0
Grenetina	0.10
Extracto de cáscara y pulpa de cacao	4.00

(Pahua, et al. 2010).

#### Diagrama de flujo de preparación del polvo para reconstituir



Fuente: (Pahua, et al. 2010)

**Procedimiento:**

Se limpió las moras y se llevó a licuar, posteriormente se llevó a filtrar y se colocó en horno para deshidratarse la muestra a una temperatura de 50 grados por dos semanas. Luego del deshidratado el extracto de mora era sólido y compacto, por lo que se pasó a molienda y luego a tamizado. Se pesó 65 gramos del concentrado de mora y se agregó el agente gelificante/viscosante (extracto de cáscara y pulpa de cacao mezclados), azúcar y gretina, se envasó en bolsas pequeñas de poliuretano.

Para la preparación de gelatina se colocó 250 mL de agua caliente y se disolvió el polvo de mora para reconstituir y posteriormente se agregó 250 mL de agua fría, se envasó en recipientes y se refrigeró por 24 horas.

**7.3.8.2 Solución tipo Jalea de manzana****Tabla No. 5 Formulación de jalea de manzana**

Ingrediente	Porcentaje (%)
Manzana nacional	40.00
Extracto de cáscara y pulpa de cacao	4.90
Agua	45.10
Edulcorante	c.s.p.

**Procedimiento**

- Se lavó la manzana, se peló y limpió, se cortó en trozos, se colocó en recipiente, se agregó agua hasta cubrir.
- Se agregó el agente viscosante (extracto de cáscara y pulpa de cacao) y el edulcorante.
- Se cocinó hasta que la materia prima estuviera suave y se agitó suavemente. Se dejó enfriar.
- Se filtró la solución obtenida y se retiró materia sólida
- Se concentró hasta alcanzar el punto de jalea justo.
- Se envasó y almacenó en un ambiente seco y fresco (Jiménez Mora, 2010).

### 7.3.8.3 Emulsión: Pudín

Tabla No. 6 Formulación del pudín

Ingrediente	Cantidad (%)
Leche fresca entera en polvo	15.20
Edulcorante	8.00
Agua	72.40
Almidón de maíz	4.00
Extracto de cáscara y pulpa de cacao	0.40
Total	100.00

#### Procedimiento

- Pesado de ingredientes secos, en forma individual.
- Se mezcló el agente viscosante (extracto de cáscara y pulpa del cacao), edulcorante, leche y almidón de maíz.
- Se adicionó agua, en la que se dispersó la mezcla
- Se calentó hasta ebullición por 1 minuto.
- Fraccionamiento en porciones de 30 cc
- Refrigeración a 4°C hasta el momento de ser evaluado, 16 horas luego de ser preparados (Ramírez, 2006).

### 7.3.9 Procedimiento de pruebas de límites microbianos

Se tomó 10 mL de muestras líquidas y fueron colocados en recipientes estériles y se colocó 90 mL de Solución Amortiguadora de Fosfato de pH 7.2 en los medios especificados y proceder según se indica en la prueba para determinar la ausencia de *Salmonella spp* y *E. coli*

### 7.3.10 Prueba para determinar la ausencia de *Salmonella spp* y *Escherichia coli*.

#### Preparación de muestra:

- Se agregó a la muestra, contenida en un beaker, un volumen de Medio Líquido de Lactosa para obtener 100 mL e incubar.

- Se examinó el medio para verificar el crecimiento. Se pipeteó porciones de 1 mL y se transfirió a beaker que contengan, respectivamente, 10 mL de Medio Líquido de Selenito–Cistina y de Medio Líquido de Tetrionato, se mezcló e incubó durante 12 a 24 horas (Convención de la Farmacopea de los Estados Unidos de America, 2007).

### 7.3.11 Prueba para determinar la ausencia de *Salmonella Spp*

- Por medio de un bucle de inoculación, Se realizó estrías de los medios de selenito-cistina y de tetrionato sobre la superficie del Medio Agar Verde Brillante, del Medio Agar Xilosa Lisina Desoxicolato y del Medio Agar con Sulfito de Bismuto contenidos en placas de Petri.
- Se cubrió las placas, invirtió e incubó. Al examinar las placas, si ninguna de las colonias se ajusta a la descripción que aparece en la Tabla 7, la muestra cumple con los requisitos de la prueba para determinar la ausencia del género *Salmonella*.

**Tabla No. 7 Características morfológicas de *Salmonella spp.* En medio Agar selectivo**

<b>Medio selectivo</b>	<b>Morfología, características de las colonias</b>
<b>Medio agar Verde brillante</b>	Pequeñas, transparentes, incoloras o de color rosado a blanco opaco (frecuentemente rodeadas de una zona de color rosa o rojo).
<b>Medio Agar, Xilosa Lisina, Desoxicolato</b>	De color rojo, con o sin centros negros
<b>Medio Agar con sulfito de bismuto</b>	De color negro o verde

(Convención de la Farmacopea de los Estados Unidos de America, 2007).

### 7.3.12 Prueba para determinar la ausencia de *Escherichia coli*

- Con ayuda de un bucle de inoculación, se hicieron estrías con una porción del Medio Líquido de Lactosa restante sobre la superficie del Medio Agar MacConkey. Se cubrió las placas, se invirtió e incubó. Al examinar las placas, si ninguna de las

colonias se ajusta a la descripción que aparece en la Tabla 8 para este medio, la muestra cumple.

**Tabla No. 8 Características Morfológicas de *Escherichia coli* en Medio Agar McConkey**

<b>Tinción Gram</b>	<b>Característica de las colonias</b>
<b>Bacilos negativos (coco-bacilos)</b>	Color rojo ladrillo, pueden tener zona de bilis precipitada alrededor

(Convención de la Farmacopea de los Estados Unidos de America, 2007).

### 7.3.13 Proceso para aceptabilidad de productos

Se sometió a evaluación los productos alimenticios elaborados de cáscara y endocarpio de cacao. El análisis de aceptabilidad se realizó en 40 participantes entrenados (10 para cada producto); por medio de un cuestionario basado en una escala de diferencial semántico (anexo 3); La validación del cuestionario fue por medio de validez por expertos y confiabilidad del cuestionario (Ver anexo 4). El cuestionario se realizó de la siguiente manera:

- El participante procedió a probar la formulación del producto, degustando la muestra
- Procedió a visualizar y percibir los diferentes sabores del producto.
- Por último llenó los campos del cuestionario proporcionado basado en una escala de 8 puntos con términos bipolares que evaluaron los diferentes adjetivos que son característicos de cada producto (Apariencia, color, sabor, dulzura, consistencia, textura y acidez según sea el caso del producto a evaluar).

Se analizó la aceptabilidad los adjetivos organolépticos de cada producto, a partir de la codificaron de los valores obtenidos; de manera que el valor más alto se asociaba al adjetivo de connotación aceptable y el valor más bajo al adjetivo de connotación negativa. Un valor  $\geq 4$  puntos se consideró como aceptable para cada adjetivo y la suma total de los valores de los adjetivos mayor o igual a 24 puntos se consideró como aceptable para cada

producto. El valor aceptable de 24 puntos se obtuvo debido a que la escala tiene 8 puntos y son 6 ítems dando un puntaje total de  $(6*8)= 48$  puntos y se consideró un puntaje aceptable del  $\geq 50\%$  que representa a 24 puntos.

### **7.3.14 Diseño de investigación**

#### **7.3.14.1 Tamaño de muestra**

El tamaño de muestra corresponderá a cinco lotes de 200 mL de cada producto realizado.

#### **7.3.14.2 Variables principales del estudio**

Las variables principales dependerán del estadio del cacao, el cual debe encontrarse maduro. En la Finca Virginia, San Pablo, San Marcos la producción de cacao se da en todo el año por lo que sólo se debe considerar el tiempo adecuado para su correspondiente maduración.

#### **7.3.14.3 Análisis de resultados (control de calidad y aceptabilidad)**

**Parte 1:** Evaluación de los componentes principales del extracto (pectinas, mucilago, gomas y azúcares) y su correspondiente análisis microbiológico.

**Cumple:** Satisfactorio

**No cumple:** Insatisfactorio

**Parte 2:** Ya con las formulaciones preparadas y superadas las pruebas de control de calidad se procede a realizar pruebas de aceptación por parte de los consumidores, evaluando la viscosidad y dulzura de los productos; en base a diferencial semántico que es un instrumento de medida que se usa evaluando sobre escalas bipolares el significado connotativo o contenido emotivo de unas palabras.

**Fracaso:** No cumple (No es aceptable el producto)

**Éxito:** Cumple (Aceptabilidad del producto)

Valor para la aceptabilidad de los productos  $\geq 24$  puntos, para rechazar  $H_0$  (hipótesis nula)

Se trabajó con  $n \geq 10$  individuos para cada producto

## 8. RESULTADOS

**Tabla No. 1 Rendimiento de la extracción del agentes viscosante obtenidos de la cáscara y pulpa de cacao**

<b>Cantidad de cacaos utilizados</b>	<b>7</b>
<b>Peso de cacaos utilizados</b>	2698.58 g
<b>Peso de cáscara seca</b>	459.60 g
<b>Peso del extracto mucilago/goma-pectina húmedo</b>	98.44 g
<b>Porcentaje de rendimiento</b>	21.58%

En la tabla No. 1 se observa el rendimiento de la extracción del agente viscosante a partir de la cáscara de cacao aunado a la pulpa de Cacao, que se obtuvo a partir del peso del extracto húmedo y el peso de la cáscara seca.

**Tabla No. 2 Rendimiento de la extracción de azúcares presentes en la pulpa de cacao**

<b>Cantidad de cacaos utilizados</b>	<b>10</b>
<b>Peso de cacaos utilizados</b>	5216.42 g
<b>Peso de la pulpa y semilla</b>	1239.42 g
<b>Volumen del extracto de pulpa inicial</b>	1350 mL
<b>Volumen del extracto de pulpa concentrado</b>	165 mL
<b>Porcentaje de rendimiento</b>	13.31 %

En la tabla No. 2 se observa las diferentes cantidades de peso y volumen del extracto de azúcares presentes en la pulpa de cacao. El peso de la pulpa incluye las semillas, la cubierta de las semillas y parte del mesocarpio del cacao. Al dejar macerar la pulpa, se utilizó el volumen de la extracción, el cual fue 1350 mL que al dejar concentrar se obtuvo un volumen final de 165 mL debido a que a ese volumen, el extracto era de sabor dulce. El porcentaje de rendimiento se obtuvo a partir del peso de la pulpa y semillas del cacao y el

volumen del extracto de pulpa de endocarpio concentrado y el resultado final fue de 13.31%.

**Tabla No. 3 Identificación de pectinas, mucilago/goma (agente viscosante) presentes en el extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao**

<b>Característica</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Resultado</b>
<b>Identificación de pectinas</b>	A: Gel firme al enfriarse	Gel color café
	B: Precipitado translúcido y gelatinoso	Precipitado gelatinoso
	C: precipitado voluminoso, incoloro y gelatinoso que al hervirlo se torna blanco y floculento	Flóculos y gel café
<b>Identificación de mucilago/goma</b>	Volumen de hinchamiento	5 ml en 1 g de extracto

En la tabla No. 3 se encuentra las diferentes pruebas que se le realizó al extracto de cáscara aunado a pulpa de cacao para la identificación de pectina, mucilago junto con gomas. Los resultados obtenidos fueron similares a las características que indicaban la teoría y la USP 30 para la identificación de estos compuestos.

**Tabla No. 4 Identificación de azúcares en extracto de cáscara y pulpa de cacao y concentrado de pulpa de cacao**

<b>Prueba</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Resultado extracto de cáscara y pulpa</b>	<b>Resultado de concentrado de pulpa</b>
<b>Reacción de Molish</b>	Anillo oscuro	Anillo oscuro	Anillo oscuro
<b>Reacción de Benedict</b>	Precipitado anaranjado o verdoso.	rojizo, Azul	Anaranjado

En la Tabla No. 4 se realizaron pruebas colorimétricas para la identificación de azúcares tanto en el extracto de cáscara y pulpa de cacao, como para el extracto sólo de pulpa de cacao. En ambos extractos cumplen la prueba con el reactivo de molish; pero en la prueba con reactivo de benedict el único que cumple con las especificaciones el extracto de sólo pulpa de cacao.

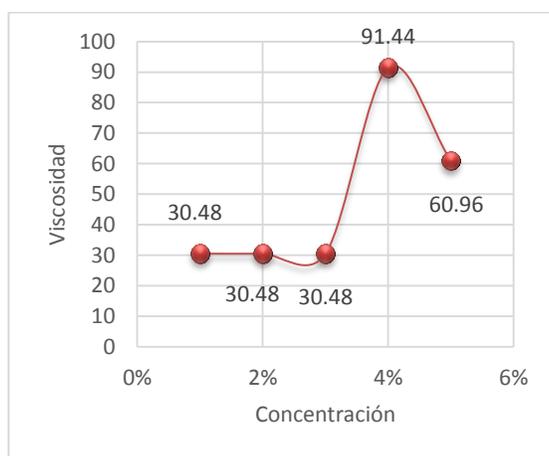
**Tabla No. 5 Componentes químicos identificados en concentrado de pulpa de cacao por Cromatografía de Gases/Espectrometría de masas**

<b>Componentes químicos</b>	<b>Característica</b>	<b>Poder edulcorante relativo</b>
<b>2-furancarboxaldehido, 5-(hidroximetil)</b>	Descomposición de fructosa y/o glucosa por temperaturas altas y medio ácido	Ninguna
<b>Beta-L-arabinopiranosido, metil</b>	Aplicación como aditivo alimenticio para diabéticos.	50
<b>Maltosa</b>	Edulcorantes para jarabes utilizados en cervecería, panadería y bebidas no alcohólicas.	32
<b>3-deoxi-D-ácido mannonico</b>	Componente para la síntesis de mannososa	Ninguna

En la tabla No. 5 se encuentra los componentes identificados en el concentrado de la pulpa de endocarpio de cacao por el cromatógrafo de gases/espectrómetro de masas. Los componentes identificados fueron azúcares con un factor de calidad de 90, este es un valor confiable para determinar la presencia de un componente a identificar según el detector y el Software Chemstation Nist8.L (biblioteca del equipo). Los valores menores al factor de calidad no quedan sujetos a evaluación en los resultados. A cada componente químico identificado se le determinó las características especiales y el poder edulcorante relativo, que es el grado de dulzura de una sustancia en comparación con la sacarosa en condiciones

normales, según la Comisión del codex alimentarius. El 2-furancarboxaldehído, 5-(hidroximetil) se lleva a cabo tradicionalmente por deshidratación de azúcares como fructosa y/o glucosa en medios acuosos catalizados con ácidos. Según estudios por Krog y Hels en 2011 la L-arabinosa, inhibe la absorción y el metabolismo de la sacarosa por lo que también controla el aumento de glucosa en sangre, por lo que la L-arabinosa puede ser un azúcar utilizado para pacientes diabéticos.

### Gráfica No.1 Evaluación de la viscosidad del extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao



En la gráfica No. 1 se observa la viscosidad a diferentes concentraciones del extracto de cáscara aunado a pulpa de cacao (extracción de agente viscosante) que contiene pectina, mucilago/goma. Se utilizaron soluciones a diferentes concentraciones del extracto obtenido de la cáscara de cacao y se evaluó la viscosidad con viscosímetro de Brookfield utilizando un eje de LV2. La viscosidad más alta fue a una concentración de 4% del extracto con una viscosidad de 91.44 cP.

**Tabla No. 6 Análisis microbiológico de extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao**

**Pruebas para extracto de cáscara y pulpa de cacao**      **Valor de referencia según USP 30**      **Resultado**

Recuento de Coliformes totales	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Recuento de Coliformes fecales	<3 NMP/g	<3 NMP/g
<i>Escherichia coli</i>	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Mohos y levaduras	<10 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Salmonella ssp/25 g</i>	Ausencia	Ausencia

- UFC: unidad formadora de colonia, g: gramos.

En la tabla No. 6 se encuentra las diferentes pruebas microbiológicas realizadas para el extracto de la cáscara y pulpa de cacao, y el concentrado de pulpa de cacao el cual se observa que todas las pruebas cumplen según lo especificado por la USP 30 <61> para el extracto de sustancias vegetales y de uso no estéril y según el RTCA para productos endulzantes.

**Tabla No. 7 Análisis microbiológico de la jalea de manzana y gelatina de mora, elaborado con extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao.**

<b>Prueba</b>	<b>Valor de referencia</b>	<b>de Resultado de jalea de manzana</b>	<b>Resultado de gelatina de mora</b>
<b>Coliformes totales</b>	<1000 UFC/g	<10	<10
<b>Escherichia coli</b>	<20 UFC/g	<10	<10
<b>Mohos y levaduras</b>	<1000 UFC/g	<10	<10

- UFC: unidad formadora de colonia, g: gramos.

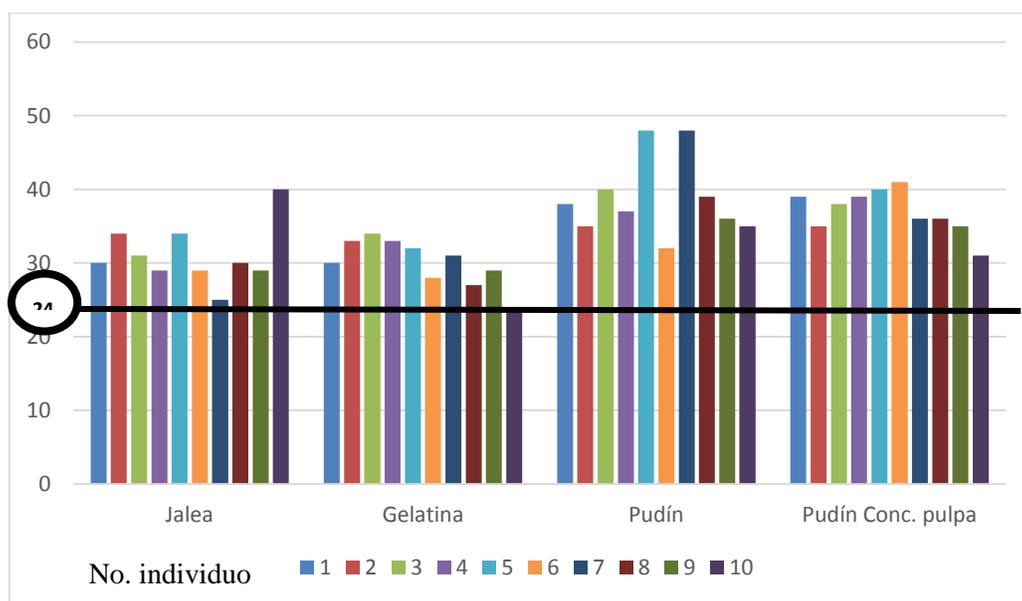
**Tabla No. 8 Análisis microbiológico de dos pudines elaborados del extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao y concentrado de pulpa de cacao**

Prueba	Valor de referencia según comisión de actividad comercial a 2008	Resultado de pudín #1	Resultado de pudín #2
<b>Recuento de Coliformes totales</b>	<1000 UFC/g	<10	<10
<b>Escherichia coli</b>	<20 UFC/g	<10	<10
<b>Staphylococcus aureus</b>	<1000 UFC/g	<10	<10

- UFC: unidad formadora de colonia, g: gramos.

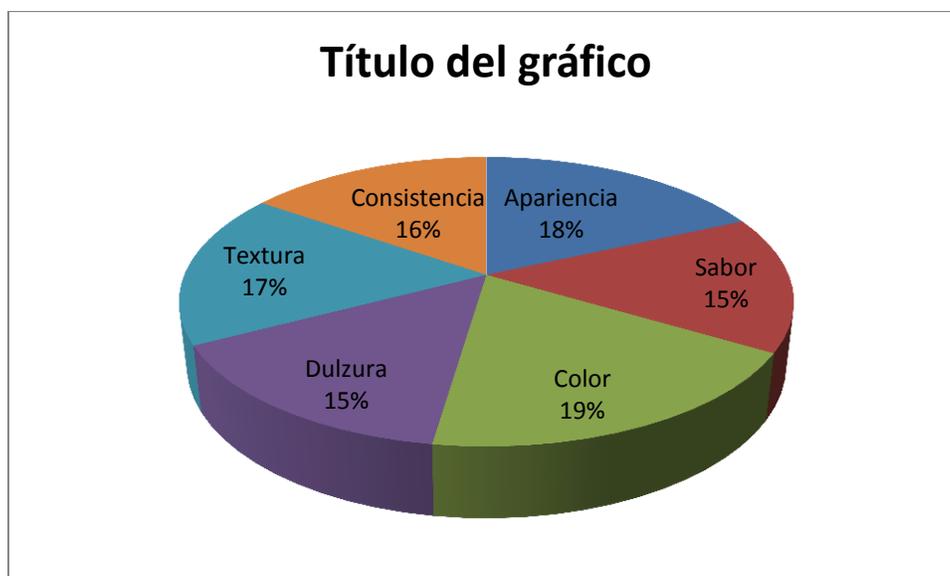
En la tabla No. 7 y 8 se encuentra las pruebas microbiológicas realizadas para los productos elaborados a partir del extracto de la cáscara y pulpa de cacao, donde se observa que todas las pruebas cumplen y es apto, según lo especificados por la Comisión de actividad comercial a 2008, basado en el Reglamento Técnico Centroamericano –RTCA- para su consumo. En la tabla No. 8 se realizaron pruebas microbiológicas a dos pudines; uno en el que se incorpora sólo el agente viscosante (extracto de cáscara y pulpa de cacao) y el otro pudín que se incorpora el agente viscosante (extracto de cáscara y pulpa de cacao) y como agente edulcorante se utilizó el concentrado de pulpa de cacao.

**Gráfica No. 2 Punteo de aceptabilidad de los productos elaborados a partir de epicarpio y endocardio de cacao.**



Para el análisis de aceptabilidad de los productos (jalea, gelatina, pudín y concentrado de pulpa de endocarpio de cacao) se realizó una escala de opinión a diferentes personas, basada en el diferencial semántico. Esta escala contiene 8 puntos y 6 ítems que evaluaban los atributos organolépticos de cada producto (ver anexo 3), con fines de evaluación, se codificaron los valores de los adjetivos y el valor decisivo para la aceptabilidad de cada uno de los productos alimenticios era mayor o igual a 24 puntos (esto representa el 50% del punteo total ( $6 \times 8 = 48$  puntos)). Se evaluaron un total de 40 individuos (10 para cada producto alimenticio elaborado); todos obtuvieron un puntaje mayor o igual a 24 puntos.

**Gráfica No. 3 Evaluación de los atributos organolépticos de los productos alimenticios**



Los resultados de la escala de diferencial semántico muestran que los atributos organolépticos que marcaron decisivamente la aceptabilidad del producto fueron: el color, apariencia y textura.

## 9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Guatemala es un país productor del cacao, el cual es apreciado por la demanda de chocolate de buena calidad. Durante el proceso de producción de chocolate, se elimina la cáscara y la pulpa del cacao, estos son desechos que están conformados por diversas cantidades de componentes, entre ellos se destaca el mucilago/goma y pectinas que tienen consistencia viscosa/gelificantes y azúcares que son de gran interés para la industria alimenticia. La investigación tiene como finalidad aportar una nueva fuente de agente viscosante y edulcorante natural y así demostrar que a partir de la cáscara de cacao se puede elaborar productos adecuados para la industria alimenticia.

Los cacaos utilizados para la extracción fueron recolectados frescos y en proceso de maduración en la Finca Virginia, San Pablo San Marcos y posteriormente se colocaron en bolsas con agua por dos días a una temperatura de 45-50<sup>0</sup>C, para completar la maduración. Sin embargo; al aumentar la temperatura del fruto, las semillas del cacao liberaron componentes como cafeína y teobromina que le dieron un sabor amargo a la pulpa del cacao, estos componentes fueron identificados por cromatografía de gases/espectrometría de masas. Debido a eso, se separó las semillas del cacao del resto del fruto.

El procedimiento inicial fue trabajar con la mezcla de cáscara y pulpa de cacao de la cual se hizo una extracción donde se obtuvo agente viscosante/gelificante. Este proceso sólo incluía la extracción de pectinas, pero al observar que al agitar y al aumentar la temperatura del extracto de la cáscara y pulpa de cacao se formaba una sustancia viscosa y gelatinosa, (características del mucilago/goma); se adaptó el método para trabajar con dicha sustancia. Se procedió a realizar ensayos de identificación para pectinas. Las pruebas no cumplían con todas las características propuestas por la USP XXX, debido a que el sustrato contenía otras sustancias como mucilago/gomas y enzimas oxidativas (polifenol oxidasa) que

provocan la coloración marrón (imagen No. 2 de anexo 1). Para la identificación de mucilago/gomas se observó un índice de hinchamiento de 1.5, que significa que el material es capaz de aumentar en volumen por hidratación un 50 %, dando positivo el ensayo.

El extracto inicial obtenido de la cáscara y pulpa de cacao tenía características viscosas y gelificantes, pero al evaluar la dulzura, este era insípido; por lo que se investigó otra forma para obtener azúcares del fruto del cacao. Para la extracción del agente edulcorante se trabajó con la pulpa del de cacao en fresco, que contiene gran cantidad de azúcares y no requiere de agentes agresivos para la obtención de dichos compuestos. Sin embargo, el concentrado de pulpa de cacao no tiene un porcentaje de rendimiento alto (13.31%), debido a que el volumen de la solución del extracto tenía que concentrarse para obtener una dulzura aceptable, por lo que se necesita gran cantidad de volumen del extracto de pulpa de endocarpio de cacao para extraer los azúcares.

Se realizó pruebas colorimétricas para la identificación de azúcares en extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao, y en el extracto de concentrado de pulpa de cacao. Se utilizó la prueba del reactivo Molish el cual se observó un anillo violeta formado en el interfaz de la muestra (prueba positiva) en los dos extractos, esto indica que los extractos poseen carbohidratos en general. También se realizó la prueba del reactivo Benedict que es específica para azúcares reductores y fue positivo sólo para el concentrado de pulpa de cacao, que dio un precipitado naranja (imagen No. 5 de anexos). Como prueba confirmatoria se analizó el concentrado de pulpa de endocarpio de cacao por cromatografía de gases/espectrometría de masas (CG/EM) (imagen No. 6 de anexos). El compuesto 2-furancarboxaldehído 5-(hidroximetil) se formó por la descomposición térmica en medio ácido de fructosa/glucosa. Durante el proceso de extracción hubo elevación de temperatura para poder concentrar el extracto y aunado a ello las condiciones del equipo CG/EM utiliza temperaturas desde 280<sup>0</sup>C. El medio ácido del concentrado de endocarpio y pulpa de cacao se debe a la presencia natural de ácido cítrico del 1 al 3% según lo establecen estudios realizados por Romero y Zambrano en el año 2012. Los compuestos identificados que agregaban un poder edulcorante (PE) fueron la Beta-L-arabinopiranosido con PE de 50 y la

maltosa con un PE de 32; sin embargo, estos compuestos proporcionan menos dulzura que la sacarosa que tiene un PE de 100 (ver anexo 5).

Se colectó una muestra de los extractos elaborados y fueron autoclaveados para eliminar cualquier bacteria patógena presente, y cumplir con las especificaciones necesarias para ser utilizada en la industria alimenticia. Se realizaron análisis microbiológicos en el Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico –LAFYM-. La muestra cumplió con lo establecido por la USP XXX, siendo posible su uso como excipiente en la industria alimenticia.

Se prepararon soluciones del extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao (mucilago/goma y pectinas) a diferentes concentraciones y se evaluó la viscosidad (gráfica No. 1). Se observó que el pico máximo de viscosidad fue a una concentración al 4% y que mayor a esta concentración, la viscosidad va decreciendo.

Se elaboraron tres productos alimenticios (Jalea, gelatina y pudín) utilizando como agente viscosante el extracto de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao y como agente edulcorante azúcar. Se realizó un producto extra (pudín) que fue preparado de la misma forma que el pudín inicial pero en lugar de utilizar solo azúcar como agente edulcorante se utilizó también el concentrado de pulpa de cacao en una proporción de 50:50. Posteriormente se colectaron muestras de estos productos para la realización de análisis microbiológico en el Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos. Las muestras cumplieron las especificaciones según el RTCA. Los productos se consideraron como alimentos aptos para el consumo humano.

Los productos alimenticios elaborados, incluyendo el pudín con el concentrado de pulpa de cacao fueron evaluados por diferentes participantes entrenados, por medio de una escala de opinión basándose en las características organolépticas de interés (apariencia, sabor, color, dulzura, textura y consistencia). Se analizó la codificación de los valores de los atributos organolépticos de cada producto, de manera que el valor más alto se asociaba al adjetivo de connotación aceptable y el valor más bajo al adjetivo de connotación no aceptable. El valor

decisivo para la aceptabilidad del producto basado en la escala fue mayor o igual a 24 puntos y todos los individuos evaluados cumplieron con este valor, por lo que se interpreta que aceptaron todos los productos alimenticios (gráfica No. 2).

Los individuos que evaluaron los productos, indicaron que las características de color y apariencia fueron agradables ya que los productos eran de color marrón y la apariencia la relacionaba con el chocolate; sin embargo, indicaron que estos productos no tenían el sabor característico del mismo. La textura fue aceptable debido a que los productos alimenticios eran suaves y blandos. El sabor y la consistencia viscosa/gelatinosa fueron aceptables por los degustadores. Algunos individuos indicaron que los productos de jalea y gelatina no eran lo suficientemente dulces para su gusto, esto debido a que se trató de disminuir la cantidad de azúcar en la preparación de los productos, para no perjudicar la salud de los individuos que evaluaron los productos. Para el pudín con el agente viscosante (mezcla de cáscara y pulpa) y concentrado de pulpa de endocarpio indicaron que el producto era dulce pero que también tenía una acidez agradable.

Con los datos obtenidos se acepta la hipótesis planteada debido a que la mezcla de cáscara y pulpa del fruto del cacao puede ser utilizado como agente viscosante y la pulpa del cacao puede ser utilizado como agente edulcorante de productos alimenticios.

## 10. CONCLUSIONES

- 10.1. El extracto obtenido de la cáscara de cacao contiene pectinas, mucilago/goma debido a que las pruebas de caracterización basada en la USP XXX y Farmacopea Mercosur fueron positivas.
- 10.2. Se determinó la presencia de azúcares reductores de la pulpa del fruto del cacao a partir de análisis cualitativo por método del reactivo de Benedict.
- 10.3. Los azúcares identificados en el concentrado de pulpa de cacao por cromatografía de gases/espectrometría de masas que tuvieron un poder edulcorante fueron la Beta-L-arabinopiranosido y la maltosa.
- 10.4. Se realizaron pruebas microbiológicas de los extractos obtenidos a partir de la cáscara y pulpa del cacao, el cual cumplen según las especificaciones de la USP XXXII
- 10.5. Se evaluó la capacidad viscosante del extracto obtenido a partir de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao y se conoció que la concentración con la mejor capacidad viscosante es al 4%.
- 10.6. Se comprobó que la mezcla de cáscara y pulpa de cacao puede ser utilizados como agente viscosante y que con el concentrado sólo de pulpa de cacao puede ser utilizado como agente edulcorante.
- 10.7. Los productos alimenticios elaborados de la cáscara y pulpa del cacao cumplen según criterios microbiológicos de alimentos por el RTCA, por lo que se consideran aptos para consumo humano.
- 10.8. Los productos alimenticios elaborados a partir de la mezcla de cáscara y pulpa de cacao, incluyendo el producto que contiene el concentrado de pulpa de cacao como agente edulcorante, fueron aceptados por todos los sujetos que los evaluaron.

## 11. RECOMENDACIONES

- 11.1. Se deberá realizar varias extracciones de cáscara y pulpa de endocarpio de cacao de diferentes épocas, para verificar si existen variantes dependiendo del mes que se coseche el fruto.
- 11.2. Determinar y evaluar el uso de pectina, mucilago/gomas de la cáscara de cacao como agente suspensor en formulaciones farmacéuticas y cosméticas.
- 11.3. Determinar y evaluar el uso de pectina, mucilago/gomas de la cáscara de cacao como agente emulsificante en formulaciones farmacéuticas y cosméticas.
- 11.4. Determinar y evaluar la cáscara seca del cacao para usarla como fibra dietética en productos alimenticios.
- 11.5. Investigar métodos que no requieran temperaturas altas o eliminar el medio ácido del extracto y así evitar la descomposición de fructosa y/o glucosa.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agexport. (04 de 09 de 2014). Producción de cacao guatemalteco se incrementará en 50% a mediano plazo. Asociación Guatemalteca de Exportadores, pág. 3. Obtenido de Producción de cacao guatemalteco se incrementará en 50% a mediano plazo.
- Agexport. (01 de 2016). Asociación Guatemalteca de exportación. Obtenido de Agexport: <http://export.com.gt/sectores/comite-de-cacao-y-chocolate-diferenciado/>
- Alaniz, E., Arvizú, S.G., y González, K., (2012). Producción de postres y vinagres a partir de exudado de cacao en la cooperativa de servicios múltiples “Rios de agua viva, 21 de junio municipio Rancho Grande Matagalpa”. Nicaragua: Universidad Nacional de ingeniería
- Alonso, P.J., (2011). Manual de histología vegetal. España: Mundi-prensa.
- Amstrong F., y Bennet, T., (1982). Bioquímica. España: Editorial REVERTÉ. pp.164
- Aranera, M., (11 de 2015). Hidratos de carbono (carbohidratos). Características y propiedades. Obtenido de: <http://www.edualimentaria.com/hidratos-de-carbono-caracteristicas-propiedades/parte1>
- Bazarte, H., Sangronis, E., & Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION, Vol 58. No.1, 64.
- Beckett, S. (2006). Industrial chocolate manufacture and use. Blackie Academic & Professional.
- Cabarcas, E., Guerra, A., & Henao, A. (2012). Extracción y caracterización de pectina a partir de platano para desarrollar un diseño general del proceso de producción. Argentina: Universidad de Cartagena.
- Canteri, M., Moreno, L., Wosiacki, G., & Scheer, A. (2012). Pectina: da Matéria-Prima como Produto Final. Polímeros, 149-157.

- Convención de la Farmacopea de los Estados Unidos de America. (2007). Farmacopea de los Estados Unidos de América USP 30 NF 25. EEUU: USP 30.
- Cubero, N., Monferrer, A., & Villalta, J. (2002). Aditivos alimentarios. Colección Tecnología de Alimentos, 142-146.
- Cueva, O. (2003). Elaboración de yogur firme sabor fresa. Honduras: Zamorano.
- Desde la plaza. (10 de 2 de 2015). Caco y su Suelo criollo. Obtenido de Suelo criollo: <http://www.desdelaplaza.com/wp-content/uploads/2015/09/mata-cacao.jpg>
- EcuRed. (20 de 03 de 2016). Azúcares Ecured. Obtenido de ECURED: <http://www.ecured.cu/Glucosa#Estructura>
- Eghosa, A., Uwagboe, O., & Hamzat, M. (2010). Utilization of cocoa pod husk (cph) as substitute for maize in layers mash and perception of poultry farmers in nigeria. *Risalda, Universidad Tecnologica de Pereira*, 272-275.
- Espinal, C., Martínez, H., & Ortiz, L. (2013). Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica,» de La Cadena de Cacao en Colombia. Obtenido de Agronet: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2005112145659\\_caracterizacion\\_cacao.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112145659_caracterizacion_cacao.pdf).
- Estrada, W. J., Romero, X., & Moreno, J. A. (2011). Guía técnica del cultivo del Cacao manejado con técnicas agroecológicas. *Catie*, 22.
- Heredia, A., Jimenez, J., Fernandez, J., Guillén, R., & Rodriguez, R. (2005). Fibra Alimentaria. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 33-36.
- Inger Krog-Mikkelsen , Hels, I., Tetens , J., Holst , J., Rikardt Andersen y K., Bukhave. (2011). Los efectos de la L -arabinosa en la actividad de la sacarasa intestinal: Estudios de dosis-respuesta in vitro y en humanos. Dinamarca. Universidad de Copenhague. vol.94 no2 472-478

- Jiménez Mora, G. (20 de 9 de 2010). mailxmail. Obtenido de La cocina de las conservas saladas y dulces: <http://www.mailxmail.com/curso-cocina-conservas-saladas-dulces/jalea>
- Jimenez Tellez, C. (2015). Polvos como forma de dosificación. Academia Educación, 5.
- Kirk, R. S., & al., e. (2002). Composición y análisis de alimentos de pearson 2da edición. México: Compañía editorial continental pp 762.
- Lima, J. L., Almeida, M. H., Rob, M. J., & Zwietering, M. H. (2011). Theobroma cacao L. The food of the gods: Quality determinants of commercial cocoa beans, with particular reference to the impact of fermentation. Critical Reviews in food Science and Nutrition, 731-761.
- Márquez, D., (2014). Elaboración de un pudín nutritivo a base de semilla de Chía (Salvia hispánica L.). El Salvador: Universidad Dr. José Matías Delgado.
- Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación. (septiembre de 2014). MAGA. Obtenido de Perfil comercial de cacao: <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20Cacao.pdf>
- Naresh, M., (2004). Investigación de mercados, cuarta edición. México. Pearson Educación. pp. 260.
- Negocios Guatemala. (2006). Negocios Guatemala. Obtenido de Chocolate y Cacao: [http://www.negociosgt.com/fotos/Fichas/Chocolate\\_clip\\_image002\\_0000.gif?0.47689591087453126](http://www.negociosgt.com/fotos/Fichas/Chocolate_clip_image002_0000.gif?0.47689591087453126)
- Nuria. (2011). Vertido de residuos sólidos, contamina aire, suelo y agua: <http://www.renovablesverdes.com/vertido-de-residuos-solidos-contamina-aire-suelo-y-agua/>
- Pahua, M. E., et al. (2010). Obtención de un polvo para preparar gelatina a partir de mandarina (Citrus reticulata). México: Universidad Guanajuato,8
- Pruebas de calidad gelatinas. (2012). Gelatinas. México. Coleccionables:

<http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wp-content/uploads/2012/04/RC-172-Gelatinas.pdf#page=4&zoom=auto,-39,608>

- Ribeiro, D., Freitas, R., Sema, E., & dos Santos, R., (2006). Elaboration of a fruit winw cocoa (*Theoborma cacao L.*) pulp. Brazil: University of Lavras.
- Romero, C., & Zambrano, A. (2012). Análisis de azúcares en Pulpa de cacao por calorimetría y electroforesis capilar. Revista científica UDO agrícola, 906-913.
- RTCA. (2009). Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Centroamérica : Reglamento Técnico Centroamericano .
- RUTA, Unidad regional para el desarrollo sostenible. (2013). Cadena de valor del cacao, Taller Nacional. Agroalimentación Sostenible, 43.
- Ramírez, M.A., (2006). Elaboración de un postre lácteo con incorporación de gomas de algarrobo (*Prosopis cilensis*) (Mol Stuntz) y Tara (*Caesalpinia spinosa*). Chile:Universidad de Chile
- Suárez, D. L., & Orozco, D. M. (2014). Obtención y caracterización de pectinas a partir de la cascarilla del cacao, subproducto de la industria chocolatera nacional. Colombia: Universidad Tecnológico de Pereira.
- Subiróz Ruiz, F. (2000). Cultivo de la caña de azúcar. Costa Rica: EUNED.
- Totosaus, A. (2006). Cuaderno de tecnología. México: Ecatepec.
- Vaclavick, V., & Christian, E. (2002). Fundamento de ciencia de los alimentos.,» de Pectinas y otros carbohidratos.,. 63-69.
- Villela, C., (2005). Tamizaje fitoquímico del fruto del árbol de la *Sapindus saponaria* (Jaboncillo), identificando las principales familias de metabolitos secundarios, en muestras provenientes de Cunén, departamento del Quiché, Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 13. ANEXOS

### Anexo 1 Imágenes del proceso

**Imagen No. 1** Extracto de cáscara de cacao



**Imagen No. 2** Prueba de identificación de pectinas



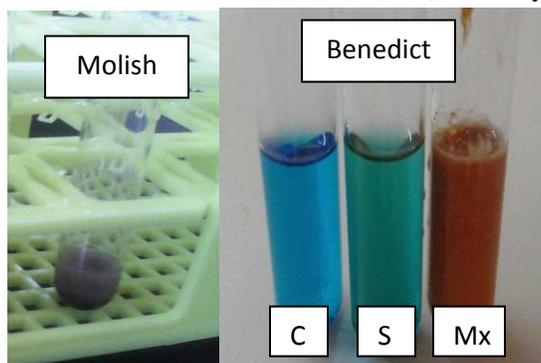
**Imagen No. 3** Prueba de hinchamiento para identificación de mucilagos y gommas



**Imagen No. 4** Concentrado de pulpa de endocarpio de cacao



**Imagen No. 5** Pruebas para la identificación de azúcares (Molish y Benedict)

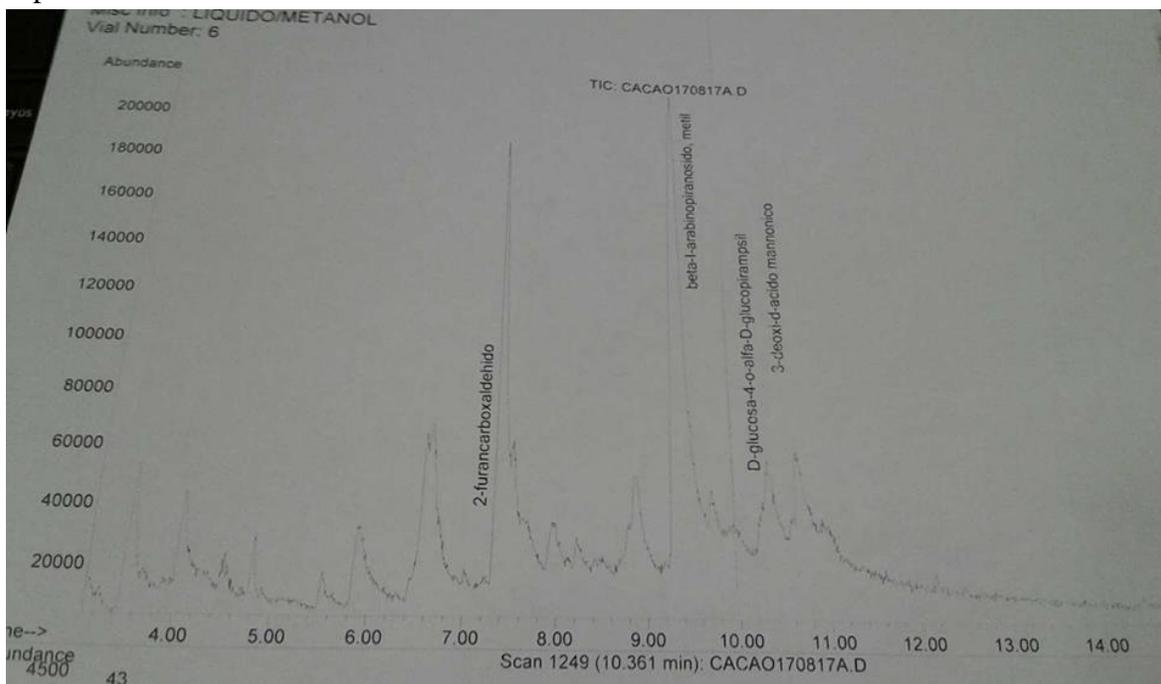


12. C: control (reactivo Benedict), S: sacarosa, Mx: Muestra de pulpa de endocarpio

**Imagen No. 6** Muestras inyectadas en el cromatógrafo de gases acoplado a espectrometría de masa



**Imagen No. 7** Identificación de azúcares por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas



Fuente: Laboratorio de Sustancias Controladas del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF, zona 6.

## Anexo 2 cálculos

### Cálculos:

#### Rendimiento de la extracción de mucilago pectina de la cáscara de Cacao

$$\frac{98.44 \text{ g}}{459.60 \text{ g}} * 100\% = 21.58\%$$

#### Rendimiento de la extracción de azúcares y pulpa del endocarpio de cacao

$$\frac{1350 \text{ mL}}{165 \text{ mL}} * 100\% = 12.22 \%$$

#### Cálculo para método de hinchamiento de mucilago/goma

$$\text{Fórmula: Índice de hinchamiento} = \frac{\text{Muestra final}}{\text{Muestra inicial}}$$

**Tabla No. 1** Índice de hinchamiento del extracto de cáscara de cacao

Muestra	Volumen en mililitros					
	Corrida 1		Corrida 2		Corrida 3	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	1.0 mL	1.3 mL	1.0 mL	1.5	1.0 mL	1.5
Índice de hinchamiento	1.4		1.5		1.5	
Promedio	1.5					

### Cálculos para la calibración del viscosímetro Brookfield

Se utilizó silicona al 100% como estándar. Se utilizó la aguja LV 2, se midió la viscosidad por triplicado y se utilizó como viscosidad real la viscosidad reportada por el proveedor en el certificado de dicho compuesto (48.77 cP).

1ra. Medición	2da. Medición	3ra. Medición	Media	Factor F	Viscosidad corregida
4 cP	4 cP	4 cP	4 cP	10	40 cP

- Media de lectura\*Factor F de calibración= viscosidad corregida  
(4 cP\*10) = 40 cP

Factor de corrección: NR (viscosidad real) /LR (lectura del viscosímetro)

Factor de corrección= 48.77 cP/40 cP

Factor de corrección= 1.21925

Todas las mediciones realizadas con el viscosímetro Brookfield deben multiplicarse por el factor de corrección correspondiente a la aguja LV2, esto para corregir el error de desviación del instrumento.

Cálculos para determinar viscosidad del extracto de cáscara y endocarpio de cacao.

$$v = K \times L$$

\*L: 25      K: lectura

**Tabla No. 2** viscosidad del extracto de cáscara de cacao

Concentración	Lectura 1	Lectura 2	Promedio	Viscosidad	Viscosidad corregida
1%	1	1	1	25	30.48 cP
2%	1	1	1	25	30.48 cP
3%	1	1	1	25	30.48 cP
4%	3	3	3	75	91.44 cP
5%	2	2	2	50	60.96 cP

**Anexo 3 cuestionario para evaluar la aceptabilidad**  
**Ejemplo de cuestionario para evaluar la aceptabilidad de cada producto alimenticio**  
(Tesis Mayra Barrios L.)

**Introducción**

Buen día, este instrumento pretende recoger su opinión acerca de las características del producto. Esta basado en una escala de opinión en la cual usted deberá de colocar (X) según sea el grado, ya sea de insatisfacción (numeración <4) o satisfacción (numeración ≥4) en cada uno de los adjetivos evaluados entre valores de 1 hasta 8. El objetivo de la investigación es evaluar sí la cáscara y pulpa de endocarpio de cacao pueden ser utilizados como agente viscosante y edulcorante en productos alimenticios. \* Los productos alimenticios no contienen aditivos artificiales.

**1. Apariencia**

Desagradable 

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

 Agradable

**2. Color**

Desagradable 

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

 Agradable

**3. Sabor**

Insipido 

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

 Intenso

**4. Dulzura**

Amargo 

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

 Acaramelado

**5. Consistencia**

Líquido 

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

 Viscoso

**6. Textura**

Desagradable 

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

 Agradable

Observaciones:

---

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

El instrumento recopilado contiene la información requerida y con el consentimiento informado:

He sido invitado a participar en la investigación de nuevos productos alimenticios utilizando la cáscara y pulpa de endocarpio de cacao como agente viscosante/gelificante y agente edulcorante. Los productos alimenticios no contienen aditivos artificiales y la cantidad de azúcar utilizado ha sido mínima para evitar cualquier problema de salud para los consumidores.

Entiendo que se dará a degustar una muestra el cual puedo probar las veces que quiera y luego responder los ítems que se presenta en el cuestionario.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación de tesis como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la evaluación en cualquier momento.

Nombre del participante (si lo prefiere): \_\_\_\_\_

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 4 validaciones del instrumento de aceptabilidad (cuestionario)**  
**ESCALA DE CALIFICACIÓN POR EXPERTOS**

Estimado (a): \_\_\_\_\_

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en **SI** o **NO**, en cada criterio según su opinión.

No.	Criterio	SI (1)	NO (0)	Observaciones
1	El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.			
2	El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio			
3	La estructura del instrumento es adecuado. (ítems: 1,2,3,4,5,6)			
4	Los ítems del instrumento responden a la operación de la variable.			
5	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.			
6	Los ítems son claros y entendibles. (Ítems: 1,2,3,4,5,6)			
7	El número de ítems es adecuado para su aplicación (ítems: 1,2,3,4,5,6)			

SUGERENCIAS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FIRMA DEL JUEZ EXPERTO (a):

\_\_\_\_\_

**VALIDEZ:** Evaluado por un grupo de expertos o Jueces

**Muestra:** 5 Expertos con dominio en el área de alimentos: Nutricionistas, Químicos Farmacéuticos o Químicos expertos en tecnología de alimentos.

**Aplicación:** visita personal, plazo de dos días.

**Pertinencia** (objetivo): Evaluar la aceptabilidad de tres productos alimenticios (jalea, pudín y gelatina) elaborados a partir de la cáscara del fruto del cacao.

**Adecuación** (Destinatarios): Participantes entrenados (estudiantes que hayan llevado curso de tecnología de alimentos: Químicos Farmacéuticos de 5to año, nutricionistas o ingenieros en alimentos).

**Análisis:**

13. Se realizó un análisis de cada respuesta de la calificación del cuestionario evaluado por expertos, la codificación es SI=1 que el experto está de acuerdo con los items del cuestionario evaluado y NO=0 es que se encuentra en desacuerdo. Se realizó una matriz y posteriormente los cálculos para evaluar la concordancia de los expertos o jueces.

Tabla No. 1 Validez del instrumento

Criterios	Jueces					Valor de P
	J1	J2	J3	J4	J5	
1	0	1	1	1	1	4
2	0	0	1	0	1	2
3	1	1	1	0	0	3
4	0	1	1	1	1	4
5	0	1	1	1	1	4
6	1	1	1	1	1	5
7	0	1	1	1	1	4
Total	2	6	7	5	6	26

\*1: de acuerdo

\*0: Desacuerdo

### Prueba de Concordancia entre los Jueces:

$$b = \frac{T_a}{T_a + T_d} \times 100$$

Procedimiento

Ta= 26 (No. total de acuerdo de jueces)

Td= 9(No. total de desacuerdo de jueces)

b= (26/ (26+8)) \* 100= 76.47

Aceptable: 0.70

Bueno: 0.70-0.80

Excelente por encima de 0.90

Validez por expertos con una concordancia buena.

Sugerencias o Comentarios: Utilizar escala hedónica, utilizar cuestionario para cada producto. Reducción de ítems.

Justificación: Se utilizó un cuestionario para cada producto alimenticio elaborado de la cáscara de cacao.

Con la validez por expertos, el cuestionario se evaluó la confiabilidad:

### CONFIABILIDAD

Muestra: 8 estudiantes de la carrera de Química Farmacéutica

Tabla No. 2 confiabilidad del instrumento

Individuo	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Total
1	7	7	6	6	6	7	39
2	6	7	5	5	5	7	35
3	8	6	7	6	5	6	38
4	6	5	8	6	7	7	39
5	7	7	8	5	7	6	40
6	7	6	7	7	6	8	41
7	6	6	6	5	6	7	36
8	5	7	6	5	7	6	36
9	6	5	6	6	6	6	35
10	5	6	5	5	5	5	31

Promedio	6.3	6.2	6.4	5.6	6	6.5	37
Des Est. Si	0.86602	0.69597	0.99215	0.69597	0.78062	0.66143	
Varianza por ítem	0.75	0.48437	0.98437	0.48437	0.60937	0.4375	
Suma de Var	3.75						8.88888889

### Análisis de datos

Se realizó los cálculos de coeficiente de Crombach que sirve para medir la confiabilidad a partir de las correlaciones de las variables o ítems del cuestionario a evaluar, utilizando la varianza de los ítems del cuestionario.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k Si^2}{St^2} \right)$$

Donde:  $\alpha$  = Coeficiente de Crombach  
 K = N° de ítems utilizados para el cálculo  
 $Si^2$  = Varianza de cada ítem  
 $St^2$  = Varianza total de los ítems

$$\alpha = (6/6-1) * (1-(3.75/8.8889))$$

$$\alpha = 0.69 \rightarrow \alpha = 0.7$$

La confiabilidad es buena.

### Anexo 5 Tabla de poder edulcorante de algunos azúcares

#### Tabla de poder edulcorante de algunos azúcares

Azúcares	Poder edulcorante
Sacarosa	100
Glucosa	74
Fructosa	173
Galactosa	32
Maltosa	32
Lactosa	16
Arabinosa	50

(Armstrong y Bennet, 1982).



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos  
y Microbiológicos LAFYM

### Informe de Resultados de Análisis en Alimentos

No. de ingreso: 1057  
Dirigido a: *Mayra Barrios*  
Nombre del producto: Mucilago Peptina de Cacao

Lote: -----

ANÁLISIS	RESULTADO
Recuento de Coliformes totales	< 3 NMP/g
Recuento de Coliformes fecales	< 3 NMP/g
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g
<i>Mohos y Levaduras</i>	<10 UFC/g
<i>Salmonella ssp/25 g.</i>	Ausencia

Metodología: FDA "Bacteriological Analytical Manual"

\*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

\*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

  
Ernesto Arriaza, QB  
Analista



  
Licda. Vera Paredes  
Garantía de Calidad

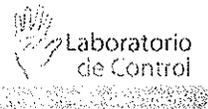
*Licda. Vera Lucia Paredes*  
*Química Bióloga*  
*Colegiada No. 3999*



**USAC**  
TRICENTENARIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
LABORATORIO DE CONTROL MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS



REF. CMA/329/2016  
Guatemala, 15 de noviembre de 2016

Mayra Barrios  
Estudiante  
Universidad San Carlos de Guatemala  
Presente.

Por este medio se le informa de los resultados microbiológicos de la muestra de mermelada que fue analizada en el Laboratorio Microbiológico de Alimentos.

**RESULTADO MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA**

<b>Alimento</b>	Jalea	<b>No. de Muestra</b>	E116	<b>Recepción</b>	25/10/2016
<b>Descripción</b>	Jalea de extracto de cáscara de cacao				

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	VALORES SEGÚN COMISION DE ACTIVIDAD COMERCIAL A 2008. (UFC/g ó ml)			RESULTADO E INTERPRETACION			RESULTADO
	S	A	I	RESULTADO		INTERPRETACION	
Coliformes totales	<1000	1000-10000	>10000	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	APTO
<i>Escherichia coli</i>	<20	20-100	>100	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	
Mohos y levaduras	<1000	1000-10000	>10000	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	

S= Satisfactorio A= Aceptable I= Insatisfactorio

CONCLUSION: La jalea no presentó crecimiento de ningún microorganismo de los analizados, por lo que se considera apta para consumo y se exhorta a continuar con las buenas prácticas de manufactura.  
Sin otro particular;

Atentamente,

Br. Carolina Morales  
EPS Química Biológica

Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Vo.Bo. Licda. Lilia María Zepeda Díaz  
Jefa J. de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia



cc. Archivo

REF.CMA/338/2016

Guatemala, 23 de noviembre de 2016

Mayra Barrios  
Estudiante  
Universidad San Carlos de Guatemala

Por este medio se le informa de los resultados microbiológicos de la muestra de gelatina que fue analizada en el Laboratorio Microbiológico de Alimentos.

RESULTADO MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA

Alimento	Gelatina	No. de Muestra	E117	Recepción	18/11/2016
Descripción	Gelatina con extracto de cacao				

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	VALORES SEGÚN COMISIÓN DE ACTIVIDAD COMERCIAL A 2008 (UFC/g ó ml)			RESULTADO E INTERPRETACIÓN			RESULTADO
	S	A	I	RESULTADO		INTERPRETACIÓN	
	Coliformes totales	<1000	1000-10000	>10000	<10	UFC/g	
Escherichia coli	<20	20-100	>100	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	
Mohos y levaduras	<1000	1000-10000	>10000	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	

S= satisfactorio    A= Aceptable    I=Insatisfactorio

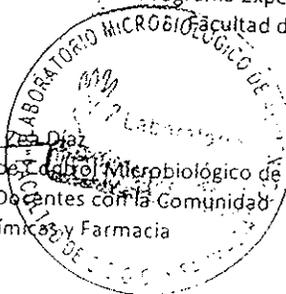
CONCLUSIÓN: La gelatina no presentó crecimiento de ningún microorganismo de los analizados, por lo que se considera apta para consumo y se exhorta a continuar con las buenas prácticas de manufactura.

Atentamente.

  
Br. Carolina Morales  
EPS Química Biológica

Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

  
Vo.Bo. Licda. Lilia María Pérez Díaz  
Jefa de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia





REF. CMA/14/2017  
Guatemala, 08 de febrero de 2017

Mayra Judith Barrios  
Estudiante  
Universidad San Carlos de Guatemala  
Presente.

Estimada estudiante

Por este medio se le informa de los resultados microbiológicos de la muestra de pudín que fue analizado en el Laboratorio Microbiológico de Alimentos.

**RESULTADO MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA**

<b>Alimento</b>	Pudín	<b>No. de Muestra</b>	E1	<b>Recepción</b>	01/02/2017
<b>Descripción</b>	Pudín de vainilla				

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	VALORES SEGÚN COMISION DE ACTIVIDAD COMERCIAL A 2008. (UFC/g ó ml)			RESULTADO E INTERPRETACION			RESULTADO
	S	A	I	RESULTADO		INTERPRETACION	
Coliformes totales	<1000	1000-10000	>10000	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	APTO
<i>Escherichia coli</i>	<20	20-100	>100	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	
<i>Staphylococcus aureus</i>	<1000	1000-10000	>10000	<10	UFC/g	SATISFACTORIO	

S= Satisfactorio A= Aceptable I= Insatisfactorio

CONCLUSION: El pudín de vainilla analizado no presentó crecimiento de las bacterias analizadas. Se considera que el alimento es apto para consumo humano y se le exhorta a continuar con las buenas prácticas de manufactura. Sin otro particular;

Atentamente,

Licda. Lilia María Zea Díaz  
Control de Alimentos y Expendios Varios  
Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Vo.Bo. M.Sc. Brenda R. González  
Jefa de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia



cc. Archivo



---

Mayra Judith Barrios Leguarca

Tesista



---

Lic. Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi

Asesor



---

Licda. Aylin Santizo Juárez

Revisora



---

Licda. Raquel Azucena Pérez Obregón

Directora de Escuela



---

Dr. Rubén Dariel Velázquez Miranda

Decano