

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA

**Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de
cacao (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración
de mermelada**

AUTOR

Cedeño Arteaga, Liston José

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TUTORA

Dra. Nelly Pulgar Oleas, M. Sc.

Guayaquil, 19 de Marzo, 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Titulación fue realizado en su totalidad por **Cedeño Arteaga Liston José**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**.

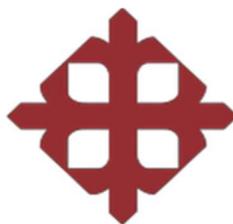
TUTOR

Dra. Pulgar Oleas, Nelly Lorena, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.

Guayaquil, a los 19 días del mes de marzo del año 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Cedeño Arteaga, Liston José**

DECLARO QUE:

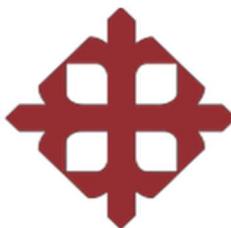
El Trabajo de Titulación **Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de mermelada**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR

Cedeño Arteaga, Liston José



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Cedeño Arteaga, Liston José**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de mermelada**

Cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR

Cedeño Arteaga, Liston José



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “ **Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la elaboración e mermelada**”, presentada por el estudiante Cedeño Arteaga Liston José, de la carrera Ingeniería Agroindustrial, donde obtuvo del programa URKUND el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	Cedeño Arteaga, L. UTE B 2018.docx (D48137846)
Presentado	2019-02-20 17:22 (+01:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	TT CEDEÑO ARTEAGA UTE B 2018 Mostrar el mensaje completo
0% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.	

Fuente: URKUND-Usuario Kuffó García, 2019

Certifican,

f. _____
Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

f. _____
Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.
Revisor - URKUND

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por ser el soporte en los momentos de mi vida, por darme la oportunidad de obtener conocimientos, estudiar la universidad y lograr culminarla.

A mi madre, quien es la persona que me incentivo muchos años para lograr este objetivo, quien se preocupó mucho desde un principio por mi meta.

A mi padre, por ser la persona que me dio la experiencia en el campo, sabiéndome conducir hacia lo bueno.

A mi hermana, quien fue un factor importante en esta meta, quien por su experiencia universitaria me ayudo cuando yo necesitaba.

A mis profesores Jorge Velásquez, Cecilia Crespo, Alberto Peñalver y mi tutora Nelly Pulgar, quienes me orientaron académicamente llenándome de conocimientos y experiencias que me enriquecen como humano y profesional.

A todos mis amigos, quienes me apoyaron de una u otra forma para que yo alcance mis metas y me forme como profesional.

DEDICATORIA

Con mucho amor dedicado a Dios, a mi familia y mis profesores, quienes fueron los pilares fundamentales en mi vida que me motivaron para formarme como un profesional.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dra. Pulgar Oleas, Nelly Lorena, M. Sc.

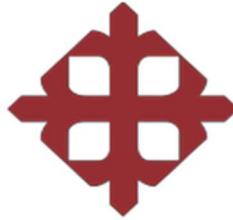
TUTORA

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M. Sc.

COORDINADORA DE LA UNIDAD DE TITULACION



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CALIFICACIÓN

Dra. Pulgar Oleas Nelly Lorena, M. Sc.
TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
1.2	Hipótesis	3
2	MARCO TEÓRICO	4
2.1	Generalidades del cacao	4
2.1.1	Origen.....	4
2.1.2	Taxonomía.....	4
2.1.3	Variedades.	5
2.1.4	Producción de cacao.	5
2.1.5	Subproductos del cacao	6
2.1.6	Valor nutricional.....	6
2.2	Cáscara de cacao.....	7
2.2.1	Usos de la cáscara de cacao.....	8
2.2.2	Usos médicos del cacao.....	8
2.2.3	Desechos en la industria cacaotera.....	9
2.2.4	Mermelada.....	10
2.2.5	Uso de la mora en mermeladas.....	11
2.2.6	Sectores de utilización del cacao.....	11
2.2.7	Definición de la pectina.....	12
2.2.8	Clasificación de las sustancias pécticas.	12
2.2.9	Estructura y composición.....	12
2.2.10	Usos y aplicaciones de la pectina en industrias.	14
2.2.11	Utilización y contenido en los alimentos.	14
2.2.12	Entorno comercial de la pectina.....	15
2.2.13	Proceso de obtención de pectinas.....	15
3	MARCO METODOLÓGICO	16
3.1	Localización del ensayo.....	16

3.2	Condiciones climáticas de la zona de estudio	16
3.3	Materiales	17
3.3.1	Materiales.	17
3.3.2	Materiales de laboratorio.	17
3.3.3	Equipos de laboratorio.....	17
3.3.4	Materiales de oficina.....	18
3.3.5	Insumos.....	18
3.4	Factores objeto de estudio.....	18
3.4.1	Extracción de la pectina.....	18
3.4.2	Elaboración de mermelada.....	23
3.5	Variables a evaluar	26
3.5.1	Extracción de la pectina.....	26
3.5.2	Mermelada.....	26
3.6	Análisis estadísticos.....	28
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1	Extracción de la pectina de la cáscara de cacao	29
4.2	Evaluación de las formulaciones de mermelada de mora....	31
4.3	Análisis físico, químico y microbiológico	33
4.4	Costos.....	35
4.4.1	Costos de elaboración de pectina.....	35
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
5.1	Conclusiones	38
5.2	Recomendaciones	39
	Bibliografía	40
	Anexos	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del cacao	7
Tabla 2. Composición nutricional de la cascara de cacao.....	9
Tabla 3. Factores estudiados para la extracción de pectina.....	19
Tabla 4. Combinaciones de factores del diseño.....	19
Tabla 5. Niveles de factor de la pectina en la mermelada	23
Tabla 6. Esquema del experimento.....	24
Tabla 7. Escala de evaluación de cinco puntos de la mermelada	27
Tabla 8. Esquema del ANDEVA (Extracción de pectina)	28
Tabla 9. Esquema del ANDEVA (Mermelada).....	28
Tabla 10. Extracción de la pectina.....	29
Tabla 11. Condiciones técnicas para la extracción de la pectina	29
Tabla 12. Análisis de Varianza para Rendimiento	30
Tabla 13. Rendimiento de pectina extraída de cáscara de cacao	31
Tabla 14. Evaluación sensorial.....	31
Tabla 15. Tabla ANDEVA de la consistencia	32
Tabla 16. Tabla de ANDEVA del color	32
Tabla 17. Tabla de ANDEVA del olor.....	33
Tabla 18. Tabla de ANDEVA del sabor	33
Tabla 19. Características físicas y químicas de la mermelada.....	34
Tabla 20. Análisis microbiológicos de la mermelada.....	35
Tabla 21. Costo para la obtención de pectina	36
Tabla 22. Costos de equipos para la extracción de pectina	36
Tabla 23. Costos de la extracción de pectina y mermelada	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Subproductos de la industrialización del cacao.....	10
Gráfico 2. Localización.....	16
Gráfico 3. Diagrama de flujo de la obtención de pectina.....	22
Gráfico 4. Elaboración de la mermelada.....	25
Gráfico 5. Promedios de la evaluación sensorial	32

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso de diferentes porcentajes (0.6, 0.7, 0.8 y 0.9 %) de pectina obtenida de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) para la elaboración de mermelada de mora que cumpla con los requisitos establecidos en las normas de calidad. El cacao fue adquirido en las haciendas de la zona de Pedernales-Manabí. En la extracción de pectina se evaluó el rendimiento en base al método de hidrólisis ácida, con el uso de alcohol y ácido cítrico, utilizando un diseño factorial 2^2 en el cual se variaron la temperatura de extracción y el pH. El Tratamiento con el mayor rendimiento en la extracción fue seleccionado para la elaboración de la mermelada, a la cual se le practicaron los análisis físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos. El Tratamiento con el mayor rendimiento en la extracción de pectina fue aquel en el que se trabajó a una temperatura de 90 °C en la cocción y un pH de 2. El panel sensorial estableció como mejor Tratamiento a la mermelada que contenía 0.7 % de pectina. En las mermeladas no existieron diferencias significativas en cuanto a la medición del contenido de grados Brix o sólidos solubles y pH, además, cumplieron con lo establecido en las normas sanitarias.

Palabras clave: *Pectina, mermelada, análisis sensorial, sólidos solubles, análisis físicos y químicos.*

ABSTRACT

The purpose of this present investigation resides in evaluate the use of different percentages (0.6, 0.7, 0.8, y 0.9%) of pectin obtained from cocoa shell (*Theobroma cacao* L.) to elaborate blackberry marmalade under stablished quality standards. The cocoa was obtained in farms from Pedernales- Manabi precincts. The yield of the pectin extraction was evaluated applying acid hydrolysis method with alcohol and citric acid, using a factorial 2² design in which temperature of extraction and pH vary. The process with the best extraction yield was selected for elaboration of marmalade, and participation of physical, chemical, sensorial and microbiological analysis. The process with the best extraction yield was obtained when cooked at 90 °C and got a pH of 2. The sensorial panel stablished the best process of extraction as the one in wich the marmalade contained 0.7 % of pectin. In concern with the marmalades, it did not significative differences in measures of Brix degrees nor soluble solids and pH, in addition, the final product fulfilled all requirements stablished by sanitary standards.

Key words: *Pectin, jam, sensory analysis, soluble solids, physical-chemical analysis.*

1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es extenso en el Ecuador, además tiene distintas maneras de industrialización, como el chocolate, pasta de cacao y muchos otros productos; el cacao también posee carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas que son esenciales para diferentes consumos.

El productor ecuatoriano proyecta otras formas de consumo de cacao, añadiendo procesos a la industria y formando nuevos productos a través de esta fruta. Una alternativa para las empresas cacaoteras es la extracción de pectina lo que generaría un valor agregado extra.

La cáscara del cacao es un residuo resultante de la cosecha del mismo, en el Ecuador la cáscara de cacao no ha sido industrializada y la mayoría de productores de cacao la desechan provocando contaminación y desperdicio, lo que podría ser una alternativa en la industria cacaotera al desarrollar productos con la utilización de estos.

La pectina es una sustancia neutra que se emplea para la elaboración de productos alimenticios y es muy importante en la fabricación de salsas, mermeladas, yogures, bebida en general y compotas, sin embargo, la pectina no se produce en el Ecuador y las industrias se ven obligadas a importarla de otros países. Resulta imprescindible la investigación de nuevos productos, en base a subproductos agropecuarios.

Con lo expuesto se proponen los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar el uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao para la elaboración de mermelada mora.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Extraer la pectina de la cáscara de cacao para la elaboración de mermelada.
- Elaborar formulaciones para elaborar la mermelada de mora con un porcentaje de 0.0 %, 0.6%, 0.7%, 0.8% y 0.9% de pectina de la cáscara de cacao.
- Caracterizar física, química y microbiológicamente la mejor formulación seleccionada por el panel sensorial.
- Establecer los costos de producción de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

1.2 Hipótesis

Ho: La concentración de pectina de la cáscara de cacao utilizada para la elaboración de mermelada de mora no tiene efectos en sus propiedades sensoriales.

Hi: La concentración de pectina de la cáscara de cacao utilizada para la elaboración de mermelada de mora tiene efectos en sus propiedades sensoriales.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del cacao

2.1.1 Origen.

El cultivo del cacao lleva muchos años en el mundo y es originario de América del Sur y Centroamérica; el cacao es una fruta nativa de bosques tropicales (Ohene, 2014, pp. 9-12).

El cultivo del cacao es antiguo en el Ecuador, desde antes de la llegada de los españoles ya se observaban grandes cultivos en la costa ecuatoriana, esto evidencia que nuestros antepasados tenían conocimiento de esta especie (Anecacao, 2015, p.3).

2.1.2 Taxonomía.

El cacao posee la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: *Plantae*
Subreino: *Tracheobionta*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Subclase: *Dilleniidae*
Orden: *Malvales*
Familia: *Malvaceae*
Subfamilia: *Byttnerioideae*
Tribu: *Theobromeae*
Género: *Theobroma*
Especie: *T. cacao*

Fuente: Linneo (1753)

2.1.3 Variedades.

La producción en el Ecuador se concentra en la Costa y Amazonía, principalmente en las provincias del Guayas, Los Ríos, Manabí y Sucumbíos y existen dos tipos (ProEcuador, 2016, p.1).

2.1.3.1 Morfología general del cultivo.

De acuerdo con Espinoza, Salvador y Rojas (2012, p. 10) el cacao es una planta que mide entre 5 - 8 (m) no obstante, también puede llegar a 20 (m) de altura. La copa de este cultivo es gruesa, redondeada y su diámetro depende según la altura de la planta y podadura, el tronco del árbol es recto, llano sin realces y de un tono marrón pálido.

2.1.3.2 Cacao fino de aroma.

Llamado también cacao nacional o criollo y caracterizado por su color amarillo; su aroma y sabor son incomparables y es utilizado para elaborar chocolate gourmet (Anecacao, 2016, p.3).

2.1.3.3 Cacao CCN.51.

Se lo conoce también como Colección Castro Naranjal su color característico es el rojo en su madurez y su etapa de desarrollo es alto en grasa y es altamente productivo y resistente a enfermedades del cultivo. (ProEcuador, 2016, p.8).

2.1.4 Producción de cacao.

En Ecuador la producción de cacao es muy alta y genera grandes cantidades de dinero al país, además de brindar empleo a miles de personas, por lo tanto, estos cultivos son muy importantes para el país (Morales *et al.*, 2018).

Se considera que Ecuador es el mayor productor mundial de cacao fino de aroma aportando un 70 %, seguido de Indonesia con un 10 % del total mundial (PROEQUADOR, 2016, p.1).

El cacao posee características que lo convierten en una fruta de explotación en la agricultura ecuatoriana; se convierte en una fuente importante para la economía del país, ya que, la producción anual supera las 100 000 ton y alrededor de 100 000 familias se vinculan con este cultivo. La producción aporta 0.40 % del PIB y el 7 % del PIB agropecuario (Urrutia, 2010).

2.1.5 Subproductos del cacao

2.1.5.1 *Torta de cacao.*

Es un producto que se obtiene con los residuos que resultan de la elaboración o proceso de la pasta de cacao; en este proceso se obtiene la manteca de cacao (Requena, 2012, p.3).

2.1.5.2 *Pasta de cacao.*

Es un producto que se da por medio de la trituración del cacao y su respectiva molienda; en este proceso los granos tienen que estar secos y tostados (Requena, 2012, p.2).

2.1.6 Valor nutricional.

En la Tabla 1, se muestra la composición nutricional del cacao.

Tabla 1. Composición nutricional del cacao

Calorías	428 000
Proteínas	12.40 g
Agua	5.80 g
Grasas	43.70 g
Carbohidratos	30.00 g
Fibra	4.30 g
Ceniza	3.80 g
Calcio	130.00 mg
Vitamina c	3.00 mg
Hierro	5.80 mg
Tiamina	0.18 mg
Niacina	1.90 mg
Riboflavina	0.16 mg
Fosforo	500.00 mg
Vitamina A	4.00 mg

Elaborado por: El Autor

Fuente: Mejía y Arguello (2000)

El cacao es usado para la elaboración de chocolates y utilizado en la gastronomía para hacer bebidas frías o calientes; el cacao ecuatoriano es de muy buena calidad, por lo tanto, es muy codiciado en otras regiones y países (Valencia, 2011, p. 26).

2.2 Cáscara de cacao

La cáscara de cacao se obtiene cuando las semillas de cacao son separadas de la vaina y representan del 74 al 86 % del peso de la mazorca. El grano es procesado para hacer chocolate y demás derivados, sin embargo, la cáscara para los agricultores es un desecho (Ortiz, Villamizar, Rangel, 2014, pp. 62-68).

De acuerdo con los resultados de Flórez y Jerez (2016), las cáscaras de cacao tienen alto contenido de fibra dietaria de aproximadamente 60 % en peso.

La cáscara de cacao tiene altas cantidades de pectina que se podrían utilizar en la industria alimenticia. La pectina extraída de la cáscara de cacao puede usarse en la industria alimentaria agregando valor a este residuo, por otro lado, mejoraría la economía de los cacaoteros de las zonas rurales (Franco *et al*, 2010, pp. 45-52).

En la explotación cacaotera únicamente se aprovechan las semillas y la cáscara ha desarrollado problemas sobre todo ambientales y de higiene en el campo de la agricultura, como olores fétidos y contaminación de suelos y agua, además la cáscara de cacao da lugar a la propagación de *Phytophthora* spp., este microorganismo genera pérdidas a los cacaoteros (Castillo *et al.*, 2010, pp. 209-216).

2.2.1 Usos de la cáscara de cacao.

Este sub producto de la cosecha de cacao tiene diferentes usos en el mundo uno de ellos es para preparar sales de potasio (Bonvehí y Coll, 1999).

También es usado como biosorbente en la eliminación del azul metileno de soluciones acuosas, además se usa para producir catalizadores) y pectinas para la industria alimenticia (Ofori y Lee, 2013).

El uso, como combustible puede ser una contribución importante a la conservación de recursos fósiles no renovables y con ello, la neutralidad en el cambio climático en respuesta al principio de prevención, así como el desarrollo de fuentes de energía independientes, que al mismo tiempo generan empleos y ganancias en áreas rurales (Koh y Ghazoul, 2008).

2.2.2 Usos médicos del cacao.

El chocolate como bebida es generalmente ingerido por gusto; sin embargo, la bebida y el cacao tienen varias propiedades medicinales. De los

más de cien usos medicinales para el chocolate, de los cuales se dice que alivia los dolores musculares y es bueno para el corazón, también es usado por personas que tienen problemas para dormir (Chocolate, 2010).

En la Tabla 2 se presenta la composición nutricional de la cáscara de cacao.

Tabla 2. Composición nutricional de la cáscara de cacao

Componentes	% p/p
Humedad	85.00
Proteína	1.07
Minerales	1.41
Grasa	0.02
Fibra	5.45
Carbohidratos	7.05
N	0.171
P	0.026
K	0.545
Pectinas	0.89

Fuente: Mejía y Argüello (2000)

Elaborado por: El Autor

2.2.3 Desechos en la industria cacaotera.

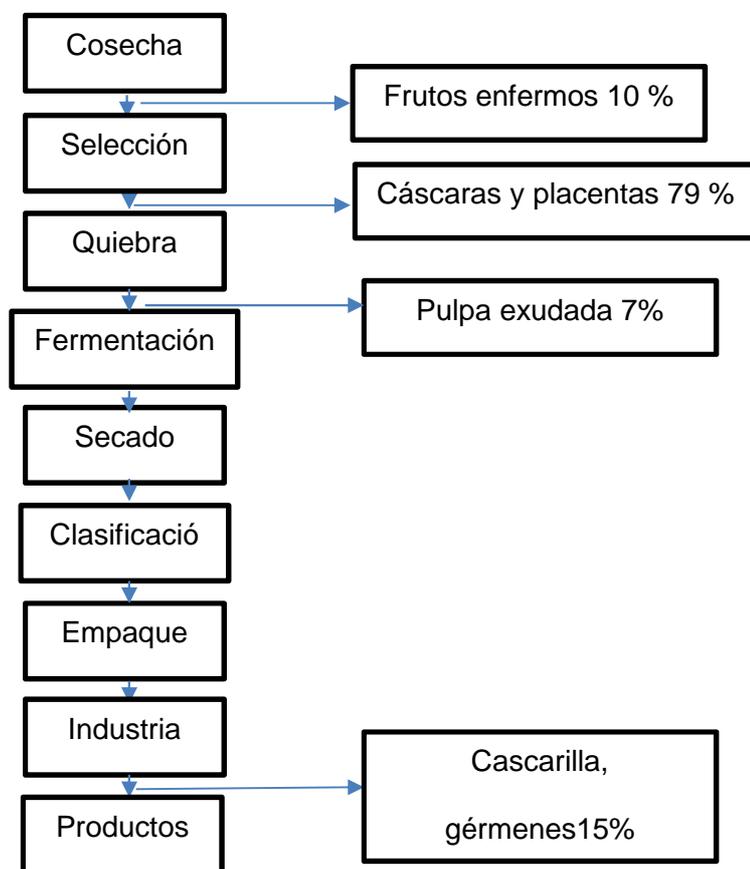
En consecuencia, a la producción de cacao se generan volúmenes de desechos, que quedan acumulados en el cultivo, esto provoca serios problemas ambientales y genera la propagación de microorganismos patógenos al cultivo (Medeiros, 1977).

En la industria cacaotera hay etapas en las que se producen desechos, estos desechos son utilizados como abono para los mismos cultivos, pero existe una gran cantidad de desechos que se transforma en un problema ya que intervienen agentes patógenos, tomando en cuenta que 10 toneladas de

cáscara de mazorca de cacao equivale a una tonelada de grano seco (Mejía y Argüello, 2000, pp. 21-140).

En el Gráfico 1 se ilustran los subproductos obtenidos de la industrialización del cacao.

Gráfico 1. Subproductos de la industrialización del cacao



Fuente: Mejía y Argüello (2000, pp. 21-140)

Elaborado por: El Autor

2.2.4 Mermelada.

La mermelada es el resultado final de un proceso que se realiza con frutas, los ingredientes es la fruta y el azúcar, en proporciones establecidas

en algunos casos la mermelada conserva las características de las frutas (Argote y Vargas, 2013, pp. 194-205).

La mermelada como todo alimento para el consumo humano, debe ser elaborada con las máximas medidas de higiene que aseguren la calidad y no ponga en riesgo la salud de quienes la consumen. Por lo tanto, debe elaborarse en buenas condiciones de sanidad, con frutas maduras, frescas, limpias y libres de restos de sustancias tóxicas (Guato, 2006.p.15).

2.2.5 Uso de la mora en mermeladas.

Los hombres para preservar los alimentos han ideado varios métodos de conservar, entre los cuales se tiene la concentración por evaporación de agua y adición de azúcar, así de esa manera nacen las mermeladas. Todos los que tienen experiencia en la elaboración de mermeladas saben que resulta difícil tener éxito en la estandarización y calidad del producto final, incluso cuando se emplea una formulación bien comprobada debido a la variabilidad de los ingredientes en general, principalmente de la fruta. Las frutas difieren según sea su variedad y su grado de madurez, incluso el tamaño y la forma de los recipientes utilizados para la cocción influyen sobre el resultado final al variar la rapidez con que se evapora el agua durante la concentración de la pulpa (Manosalvas, 2017. P54).

2.2.6 Sectores de utilización del cacao.

A partir de las semillas del cacao se obtiene el cacao en grano, los cuatro productos intermedios (licor de cacao, manteca de cacao, pasta de cacao y cacao en polvo) y el chocolate. A pesar de que el mercado de chocolate es el mayor consumidor de cacao en términos de equivalente en grano, productos intermedios tales como el cacao en polvo y la manteca de cacao son utilizados en diversas áreas (Jiménez, 2012, p. 18).

2.2.7 Definición de la pectina.

La pectina se encuentra de manera natural en casi la mayoría de las frutas, es utilizada para espesar las gelatinas y mermeladas. Los cocineros la utilizan porque es un principal gelificante para sus conservas, por otro lado, la pectina es difícil conseguir de manera industrial (Ramírez, Mantilla, González y Ruiz, 2014).

Esta sustancia ha adquirido los últimos años una gran importancia en la industria ya que son los gelificantes que se utilizan para restituir a los productos, esto permite que el alimento o producto se mantenga conservado, tiene la capacidad de gelificar en presencia de ácido o azúcares (Mendoza, 2012, pp. 3-7).

2.2.8 Clasificación de las sustancias pécticas.

Se distinguen dos variedades de sustancias pécticas: ácidos pectínicos que tienen una pequeña cantidad de ácidos galacturónico como ésteres y metílicos, y ácidos pécticas que estas poseen moléculas de ácido galacturónico libre de esterificación. Las pectinas tienen diferentes grados de esterificación y neutralización y pueden encontrarse. Las protopectinas se encuentran en la cáscara de los frutos, la acción de esta enzima hace que se conviertan ácidos pectínicos y ocurre en el proceso de maduración de la fruta y trae consigo el ablandamiento del fruto (Badui, 2006, p. 716).

Las pectinas son abundantes en algunas frutas están presente en la cascara de las frutas y en corteza de los cítricos, incluso la pectina está presente en el interior del fruto (Fennema, 2003, p. 1095).

2.2.9 Estructura y composición.

La pectina está conformada por unidades enlazadas (α 1-4) del ácido galacturónico interrumpidos por enlaces simples (α 1-2). Los grupos

carboxílicos del ácido galacturónico son esterificados por metanol, y esto lo define como metoxilo, dependiendo de la fuente y modo de extracción (Fennema, 2003, p. 1095).

El grado de esterificación (GE) es la relación de los desechos de ácido galacturónico. La población de grupos Ester metílicos son importantes en la solubilidad o capacidad de gelificación, estas son necesarias para la elaboración de sustancias gelatinosas (Fennema, 2003, p. 1095).

La pectina contiene 14 % de metoxilo; se ha desarrollado una estrategia para clasificar las pectinas según su nivel de metoxilo siendo 7 % su rango medio (Ferreira, 2007, p. 186).

La pectina de alto metoxilo (PAM) supera el 50 % de grupos carboxilo del ácido galacturónico del polímero y se esterifican con alcohol, forma geles en condiciones de pH entre 2.8 y 3.5 y nivel de glucosa entre 60 y 70 ° Bx (Ferreira, 2007, p. 186).

Estas pectinas se dividen en dos grupos: gelificación rápida, en un tiempo de cinco minutos y grado de esterificación de 68 y 75 %; gelificación lenta, cuyo tiempo de gelificación es mayor a cinco minutos y grado de esterificación de 60 y 68 % (Ferreira, 2007, p. 186).

Los geles se obtienen con un pH de 1 a 7 o superior; teniendo en cuenta que el pH no afecta la textura del gel; para lograr la gelificación con esta pectina se necesita calcio, si no hay calcio no se logra la gelificación, su proporción es entre 40 y 100 ppm en la formación de gel. La cantidad de calcio depende de los sólidos solubles (Fennema, 2003, p. 1095).

La pectina de bajo metoxilo (PBM) posee menos del 50 % de grupos hidroxilo que están esterificadas con metanol. Se requiere la presencia de cationes divalentes para la formación de gel, y en algunas ocasiones se añade calcio (Ferreira, 2007, p. 186).

Estas pectinas de bajo metoxilo se dividen en tres grupos:

Gelificación rápida, que reaccionan con los iones de calcio y tienen un grado de esterificación del 30 %; gelificación media, que tienen un grado de esterificación del 32 % y la gelificación lenta, que poseen un grado de esterificación del 35 % (Gaviria y López, 2005, p. 105).

La adhesión entre las células es contribuida por las pectinas, estas pectinas tienen capacidad de formar geles estabilizantes. La pectina es determinante en la composición de los frutos ya que es parte de su estructura, la pectina aporta en el crecimiento, madurez, almacenamiento y procesamiento (Stephen, 2006, p. 733).

2.2.10 Usos y aplicaciones de la pectina en industrias.

La pectina es utilizada en la industria de alimentos en la elaboración de mermeladas, compotas y otros productos, además es un excelente gelificante y estabilizante de emulsiones y logra la viscosidad en las bebidas (Stephen, 2006, p. 716).

2.2.11 Utilización y contenido en los alimentos.

Una de las aplicaciones principales de las pectinas se debe a la capacidad de estas moléculas de formar geles en determinadas circunstancias. Las pectinas de bajo metoxilo pueden formar geles en presencia de calcio, mientras que las de alto metoxilo gelifican a pH ácido (de

modo que la repulsión electrostática entre los grupos ácido sea mínima) y en presencia de una concentración elevada de azúcar (Pagan, 1998).

2.2.12 Entorno comercial de la pectina.

El amplio rango de usos de la pectina explica la necesidad del mercado de diferentes tipos de pectina comercial según su aplicación. Pectina de rápida acción, pectina de acción lenta, pectina estabilizante, pectina de éster metílica (García y Penagos, 2011, p. 22).

2.2.13 Proceso de obtención de pectinas.

Las pectinas industriales mayormente se extraen de la cáscara de cítricos o frutas como la manzana. Esta materia prima atraviesa procesos que incluyen cambios como el hidrólisis (Badui, 1999).

Existen muchos métodos para la extracción de pectinas y estos se dividen en convencionales y alternativos. Los convencionales se aplican en la extracción ácida de pectinas como los ácidos nítricos, clorhídrico, sulfúrico y cítrico y se utiliza el etanol como agente precipitante, dependiendo del modo de extracción y pH se tiene un rendimiento diferente en cada pectina (Arthey y Ashurst 1996).

Los métodos alternativos se emplean en la extracción y se derivan por las distintas sales metálicas (Abid, Hussain y Ali, p. 459- 661). La calidad de la pectina se deriva por el método de extracción utilizado y según sus características se aplican (Devia, 2003, pp. 21-30).

Algunos métodos generan impacto ambiental debido a la utilización de ácidos fuertes por lo que se está tratando de implementar métodos más amigables al medio ambiente (Devia, 2003, pp. 21-30).

3 MARCO METODOLÓGICO

El presente Trabajo de Titulación tuvo un enfoque cuantitativo y alcance descriptivo y correlacional que se desarrolló mediante un proceso de investigación experimental en condiciones de laboratorio para el contraste de formulaciones de mermeladas elaboradas con diferentes concentraciones de pectina obtenidas de la cáscara de cacao.

3.1 Localización del ensayo

El Trabajo de Titulación se desarrolló en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil "UCSG", en la Planta de Industrias Vegetales de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. En el Gráfico 1, se muestra la localización de la UCSG.

Gráfico 2. Localización



Fuente: Google maps (2019)

3.2 Condiciones climáticas de la zona de estudio

La ciudad de Guayaquil posee un clima tropical y se encuentra ubicada a 4 msnm; La temperatura media anual en Guayaquil se encuentra a 25.7 °C. El mes más caluroso del año con un promedio de 27.1 °C es marzo. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en julio, cuando está alrededor de 24.2 °C. El mes más seco es agosto, con 0 mm. La precipitación

media aproximada es de 791 mm. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 199 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 2.9 °C. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 199 mm.

3.3 Materiales

3.3.1 Materiales.

- Bandejas
- Envases de vidrio con tapa
- Cucharas de palo
- Cuchillos
- Tablas de picar
- Mesa de acero inoxidable
- Ollas
- Cernidora

3.3.2 Materiales de laboratorio.

- Matraz Erlenmeyer (1 000 ml, 250 ml)
- Tubos de ensayo
- Asa para sembrar
- Cajas Petri
- Vasos de precipitación (250 ml)
- Gradillas

3.3.3 Equipos de laboratorio.

- Refractómetro
- pH metro
- Incubadora
- Microscopio

- Mechero
- Horno esterilizador
- Baño maría
- Contador de colonias
- Termo agitador
- Autoclave
- Balanza gramera
- Cocina
- Refrigerador

3.3.4 Materiales de oficina.

- Lápiz
- Hojas
- Cuaderno de registros
- Laptop
- Pegatinas

3.3.5 Insumos.

- Cáscara de cacao
- Azúcar
- Pectina
- Mora

3.4 Factores objeto de estudio

3.4.1 Extracción de la pectina.

La extracción de la pectina fue realizada bajo un diseño factorial 2^2 tomando en cuenta dos temperaturas de cocción (80 y 90 °C) y dos concentraciones de pH en la solución (2 y 4), con tres repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales y cada una de 80.

Según Bravo y Condo (2015), en su estudio de la comparación de la pectina obtenida de la cáscara de banano y cacao se trabajó con una temperatura T_1 : 60 ° T_2 : 80 y un pH de 1.5 y 3 utilizando el método de hidrólisis ácida, datos que fueron de apoyo para encontrar la formulación ideal entre temperatura y pH en esta investigación.

En la Tabla 3, se presentan los factores del diseño del experimento.

Tabla 3. Factores estudiados para la extracción de pectina

Factores estudiados en el experimento		
Temperatura	T_1	80 °C
	T_2	90 °C
pH	pH ₁	2
	pH ₂	4

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 4, se ilustran las combinaciones de los factores del diseño empleado.

Tabla 4. Combinaciones de factores del diseño

Combinación de factores	Temperatura (° C)	pH
Tratamiento 1	80	2
Tratamiento 2	90	4
Tratamiento 3	80	4
Tratamiento 4	90	2

Elaborado por: El Autor

3.4.1.1 Metodología de extracción de pectina de cacao.

Para la extracción de la pectina de la cáscara de cacao se trabajó con la metodología que se describe a continuación, en base a lo informado por (Franco *et al.*, 2010, p.53).

- 1. Recepción de materia prima:** Las mazorcas de cacao fueron ingresadas a la planta de procesamiento de Industrias Lácteas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- 2. Pesaje de la materia prima:** De acuerdo con los parámetros las mazorcas fueron pesadas individualmente.
- 3. Extracción de las semillas:** en el proceso de extracción se procedió a separar las semillas de la mazorca y se realizó el pesaje de la cáscara obtenida.
- 4. Corte de la cáscara:** de acuerdo con el procedimiento se quitó la corteza de la cáscara y luego se cortó en pequeños trozos.
- 5. Deshidratación:** durante el proceso de deshidratación las cáscaras estuvieron a una temperatura de 50 °C durante 50 horas.
- 6. Molienda de la cáscara:** luego del proceso de deshidratación las cáscaras secas fueron molidas, en este proceso se utilizó un molino común.
- 7. Proceso de hidrólisis ácida:** de acuerdo con los Tratamientos se procedió a medir 2 000 ml de agua destilada calibrado al pH de trabajo (2 y 4), proceso en el cual se utilizó ácido cítrico para dar la característica de pH correspondiente al agua, luego se pesaron 80 g de cáscara deshidratada por Tratamiento y se introdujeron 2 000 ml de agua en cada fiola.
- 8. Cocción:** Luego del proceso de hidrólisis se colocaron 2 000 ml de agua en cada fiola más 80 g de cáscara de cacao deshidratada por

Tratamiento y se introdujeron en el termo-agitador a las temperaturas de trabajo propuestas por Tratamiento (80 y 90 °C) por un tiempo de 70 min.

- 9. Filtrado:** Luego del proceso de cocción las muestras se dejaron enfriar y seguidamente se separó la cáscara de cacao del agua en todos los casos.

- 10. Adición de alcohol:** Para cada Tratamiento, después del filtrado se separaron dos muestras de 1 000 ml en dos fiolas con capacidad de 2 000 ml; esto se realizó para optimizar y lograr una mayor cantidad de pectina, luego se introdujo la misma cantidad de alcohol al 96 %.

- 11. Reposado:** El reposado es esencial ya que la pectina se forma en geles y ayuda a que sea más fácil su filtrado; se dejaron reposar las muestras por 12 horas de acuerdo con todos los Tratamientos.

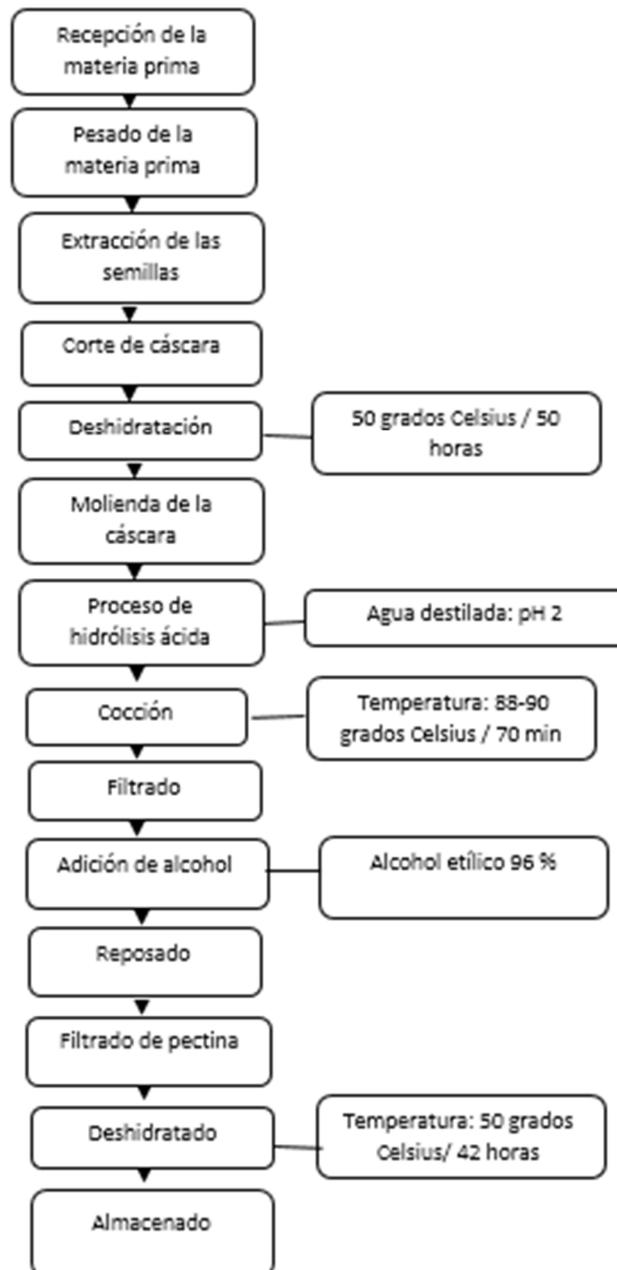
- 12. Filtrado de la pectina:** La pectina se filtró en vasos de precipitación y se utilizaron toallas filtro, para un menor desperdicio de pectina.

- 13. Deshidratado:** Luego del filtrado de la pectina, se obtuvo una pectina gelatinosa; las muestras se colocaron en cajas Petri para luego colocarlas en el deshidratador (Biofase) a una temperatura de 50 °C durante 42 horas para lograr su deshidratación.

- 14. Almacenamiento:** Una vez deshidratada la pectina fue extraída de las cajas Petri y almacenada en vasos de muestras.

En el Gráfico 3 se presenta el diagrama de flujo de la obtención de pectina.

Gráfico 3. Diagrama de flujo de la obtención de pectina



Elaborado por: El Autor

3.4.1.2 Ingredientes para la extracción de la pectina.

De acuerdo al procedimiento se utilizó los siguientes ingredientes:

1. Cáscara de cacao: La cáscara de cacao nacional de Ecuador fue obtenida en una finca ubicada en la provincia de Manabí.
2. Alcohol etílico: Alcohol al 96 % que ayuda a formar la hidrólisis ácida y que permite separar la pectina del agua péctica, fue obtenido del laboratorio Cevallos de Guayaquil.
3. Ácido cítrico: Esta sustancia fue obtenida en laboratorios Cevallos de Guayaquil, y sirvió para regular el pH (2 y 4).

3.4.2 Elaboración de mermelada.

Se estudiaron diferentes concentraciones de pectina extraída de la cáscara de cacao para la elaboración de mermelada. En la Tabla 5 se presentan los niveles de factor

Tabla 5. Niveles de factor de la pectina en la mermelada

Concentración 1	Concentración 2	Concentración 3	Concentración 4
M1: 0.6 % de pectina	M2: 0.7 % de pectina	M3: 0.8 % de pectina	M4: 0.9 % de pectina

Elaborado por: El Autor

Se evaluó el efecto de la utilización de cuatro niveles de pectina extraída de la cáscara del cacao (0.6, 0.7, 0.8 y 0.9 %), frente a un Tratamiento control sin pectina, con tres repeticiones cada uno, los mismos que fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar, el mismo que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable en estudio.

μ = Media poblacional.

T_i = Efecto de los Tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

En la Tabla 6 se presenta el esquema del experimento por cada réplica.

Tabla 6. Esquema del experimento.

Tratamiento	Código	Repeticiones	T.U.E	kg / Tratamiento
0.0 %	M0	3	1	3
0.6 %	M1	3	1	3
0.7 %	M2	3	1	3
0.8 %	M3	3	1	3
0.9 %	M4	3	1	3
Total				15 kg

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental 1 kg.

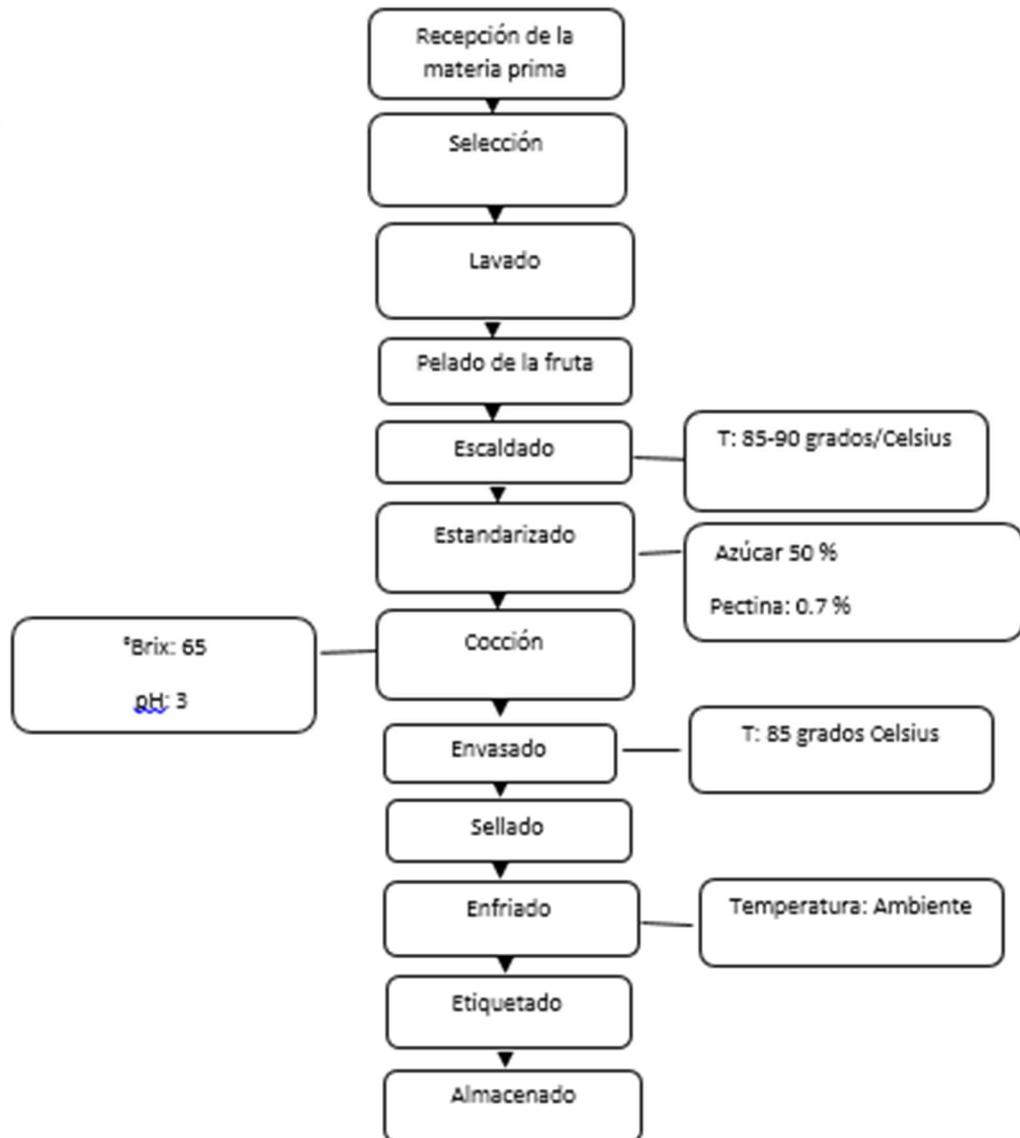
Elaborado por: El Autor

3.4.2.1 Metodología para la elaboración de mermelada de mora.

La elaboración de la mermelada de mora se realizó en base a la Norma NTE INEN 2825 (2013). Por Tratamiento fueron utilizados 0.6 kg de pulpa de mora, que fueron sometidos a cocción y cuando alcanzó la temperatura de 40 °C se agregaron 0.3 kg de azúcar y la concentración de pectina extraída de la cáscara correspondiente a cada Tratamiento (Tabla 6). La cocción continuó durante 18 min y luego de que la pulpa alcanzó 100 °C se agregaron 0.3 kg de azúcar; se controló que los grados °Brix no sobrepasaran de 65, de acuerdo con la norma INEN. Las formulaciones preparadas fueron envasadas en frascos de 250 g en refrigeración para su conservación.

En el Gráfico 4 se presenta el diagrama de flujo de producción de la mermelada.

Gráfico 4. Elaboración de la mermelada



Elaborado por: El Autor

3.5 Variables a evaluar

3.5.1 Extracción de la pectina.

3.5.1.1 Rendimiento.

Para la obtención de los rendimientos de pectina se utilizó la siguiente expresión:

$$R = \frac{P_f}{P_i} * 100$$

Dónde:

R= Rendimiento

Pf= Peso final

Pi= Peso inicial

3.5.2 Mermelada.

3.5.2.1 Análisis sensorial.

El análisis sensorial de la mermelada fue realizado a través de la valoración del perfil sensorial Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) con la ayuda de 15 estudiantes semi-entrenados de la carrera de Nutrición y Dietético de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil quienes realizaron la degustación de los Tratamientos; los atributos evaluados fueron sabor, consistencia, olor y color. La mejor formulación establecida con el QDA fue analizada en sus características físicas, químicas y microbiológicas.

En la Tabla 7 se presenta la escala de evaluación de cinco puntos utilizada para tal efecto.

Tabla 7. Escala de evaluación de cinco puntos de la mermelada

Parámetros	Indicadores
Consistencia	Muy denso (5)
	denso (4)
	viscoso (3)
	fluido (2)
	Muy fluido (1)
Color	Muy oscuro (5)
	Oscuro (4)
	Característico (3)
	Pálido (2)
	Muy pálido (1)
Olor	Muy fuerte (5)
	Fuerte (4)
	Característico (3)
	Bajo (2)
	Nulo (1)
Sabor	Muy bueno (5)
	Bueno (4)
	Característico (3)
	Malo (2)
	Muy malo (1)

Elaborado por: El Autor

3.5.2.2 Análisis físicos.

Potencial de Hidrogeno (pH).

Este procedimiento se realizó según la Norma NTE INEN 2825 (2013) Para productos de base seca se determinó el potencial de hidrogeno (pH), utilizando un pH- metro que fue introducido en las muestras donde rápidamente se obtuvo el resultado.

Solidos solubles (°Brix).

El porcentaje de azúcares de la mermelada fue determinado usando un refractómetro de acuerdo a la Norma NTE INEN-ISO 2173 (2013).

3.5.2.3 Análisis microbiológicos.

Para poder evaluar la carga microbiana, se utilizaron los siguientes métodos:

E. coli: método AP1-5.8-04-01-00M3 (AOAC 20 th 991.14)

S. aureus: método API-5.8-04-01-00M31(AOAC20th2003:07).

Levaduras y Mohos de la Norma NTE INEN-ISO 2173 (2013).

3.6 Análisis estadísticos

Los resultados del estudio de la extracción de pectina así como de la mermelada fueron ingresados al software estadístico InfoStat versión libre, en donde se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA) para las diferencias y comparación de medias a través de la prueba de Duncan a los niveles de probabilidad $p \leq 0.05$ para las variables estudiadas (rendimiento en la pectina y atributos sensoriales en la mermelada).

En las Tablas 8 y 9 se muestran los esquemas del ANDEVA en la extracción de pectina y de la elaboración de mermelada.

Tabla 8. Esquema del ANDEVA (Extracción de pectina)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	3
Error	8

Elaborado por: El Autor

Tabla 9. Esquema del ANDEVA (Mermelada)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	4
Error	10

Elaborado por: El Autor

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Extracción de la pectina de la cáscara de cacao

Se determinaron las cantidades de pectina a partir de 80 g de cáscara de cacao. En la Tabla 10 se observan los pesos y rendimientos de la pectina deshidratada obtenida del proceso de hidrólisis.

Tabla 10. Extracción de la pectina

Nº	Cáscara (g)	pH	Temperatura (°C)	Pectina (g)	Rendimiento (%)
1	80	2	80	1.55	1.94
2	80	2	80	1.58	1.98
3	80	2	80	1.56	1.95
4	80	2	90	1.75	2.19
5	80	2	90	1.78	2.23
6	80	2	90	1.76	2.20
7	80	4	80	0.22	0.28
8	80	4	80	0.24	0.30
9	80	4	80	0.2	0.25
10	80	4	90	0.41	0.51
11	80	4	90	0.43	0.54
12	80	4	90	0.45	0.56

Elaborada por: El Autor

Las condiciones para la extracción de la pectina se observan en la Tabla 11.

Tabla 11. Condiciones técnicas para la extracción de la pectina

Condiciones técnicas

Tiempo de cocción	70 min
Tiempo de hidrólisis	12 h
pH	2.0 y 4.0
Tiempo deshidratado	45 h
Temperatura de cocción	80 y 90 °C

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 12 se presenta el ANDEVA del Rendimiento de pectina

Tabla 12. Análisis de Varianza para Rendimiento

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Temperatura °C	0.195075	1	0.195075	365.77	0.0000
B: pH	8.41687	1	8.41687	15781.6	0.0000
Interacciones					
AB	0.000075	1	0.000075	0.14	0.7174
Residuos	0.00426667	8	0.000533333		
Total (corregido)	8.61629	11			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Elaborado por: El Autor

La Tabla ANDEVA descompone la variabilidad de Rendimiento (%) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que dos valores P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Rendimiento (%) con un 95.0 % de nivel de confianza.

En la Tabla 13 se muestra el rendimiento porcentual de pectina con relación al pH y temperatura de cocción. Existieron diferencias entre todos los Tratamientos. El mayor rendimiento alcanzado fue de 2.21 (0.02) obtenido al

utilizar una solución con pH 2 y una temperatura de cocción de 90 °C, valor que difiere significativamente con respecto a los demás Tratamientos. Este rendimiento es inferior al reportado por Bravo y Condo (2015).

Tabla 13. Rendimiento de pectina extraída de cáscara de cacao

Variable	pH	Temperatura	N	Media**	D.E
Rendimiento (%)	4	80	3	0.28 ^a	0.01
	4	90	3	0.54 ^b	0.01
	2	80	3	1.96 ^c	0.02
	2	90	3	2.21 ^d	0.02

** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor

4.2 Evaluación de las formulaciones de mermelada de mora

Para la elaboración de la mermelada de mora se utilizaron cuatro formulaciones con 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 % de concentración de pectina y un control (testigo) sin pectina. Se utilizaron 0.6 kg de pulpa de mora y 0.6 kg de azúcar en su procesamiento; para determinar la mejor formulación se realizó la evaluación sensorial en la cual se observaron los resultados de la Tabla 14.

Tabla 14. Evaluación sensorial

Parámetro **	T0	T1	T2	T3	T4
Color	3.00 (1.00) ^a	3.33 (0.58) ^a	3.66 (0.58) ^a	3.33 (0.58) ^a	3.00 (0.00) ^a
Sabor	3.33 (0.58) ^a	3.33 (0.58) ^a	3.33 (0.58) ^a	3.33 (0.58) ^a	2.66 (0.58) ^a
Olor	3.00 (0.00) ^a	2.67 (0.58) ^a	3.33 (0.58) ^a	2.67 (0.58) ^a	2.67 (0.58) ^a
Consistencia	2.66 (0.58) ^a	3.00 (0.00) ^a	4.00 (0.0) ^b	4.66 (0.58) ^c	5.00 (0.00) ^c

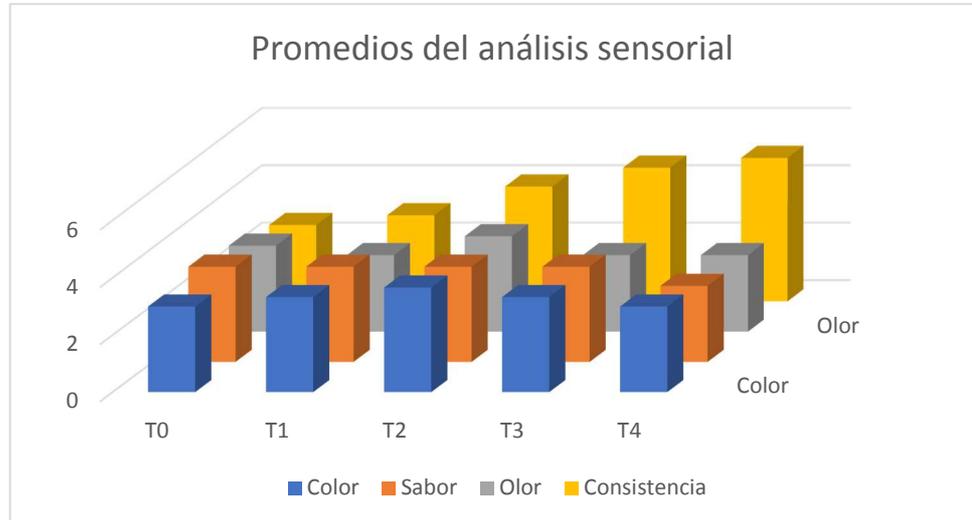
** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor

En la Tabla anterior los promedios de la evaluación sensorial no presentaron diferencias significativas, para ninguno de los parámetros, excepto para la consistencia; donde el T2 con un porcentaje de 0.7 % de pectina presentó las características ideales de una mermelada de mora.

En el Gráfico 5 se presentan los promedios de la evaluación sensorial.

Gráfico 5. Promedios de la evaluación sensorial



Elaborado por: El Autor

En las Tablas 15, 16, 17 y 18 se presentan los análisis de varianza (ANDEVA) de los atributos sensoriales estudiados.

Tabla 15. Tabla ANDEVA de la consistencia

Tabla ANDEVA para Consistencia por Pectina %					
Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	10.9333	4	2.73333	13.67	0.0005
Intra grupos	2	10	0.2		
Total (Corr.)	12.9333	14			

Elaborado por: El Autor

Tabla 16. Tabla de ANDEVA del color

Tabla ANDEVA para Color por Pectina %					
Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.933333	4	0.233333	0.58	0.6819
Intra grupos		4 10	0.4		
Total (Corr.)	4.93333	14			

Elaborado por: El Autor

Tabla 17. Tabla de ADEVA del olor

Tabla ANDEVA para Olor por Pectina %					
Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.06667	4	0.266667	1	0.4516
Intra grupos	2.66667	10	0.266667		
Total (Corr.)	3.73333	14			

Elaborado por: El Autor**Tabla 18.** Tabla de ANDEVA del sabor

Tabla ANDEVA para Sabor por Pectina %					
Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.06667	4	0.266667	0.8	0.552
Intra grupos	3.33333	10	0.333333		
Total (Corr.)	4.4	14			

Elaborado por: El Autor

El mejor Tratamiento fue T2, dictamen realizado por los panelistas, sobre todo en el atributo de consistencia “densa”, ideal en este tipo de productos. El análisis de varianza indicó que el Tratamiento T2 seleccionado como el mejor, presentó un color, sabor y olor característico de mermelada comercial de mora, no existiendo diferencias estadísticas con respecto a los demás Tratamientos. Sin embargo, en la consistencia existieron diferencias entre el T2 y el resto de Tratamientos. El incremento de pectina influyó en la consistencia.

4.3 Análisis físico, químico y microbiológico

Los análisis fueron realizados al Tratamiento T2, considerado el mejor Tratamiento.

La norma NTEN-INEN-ISO 2173:2013 especifica un rango de 60-65 °Brix; el Tratamiento 2 de la presente investigación, seleccionado como el mejor, obtuvo 67.5 °Brix concordando con otros autores. En la Tabla 19 se

presentan las medias del análisis de sólidos solubles y pH medidos en el Tratamiento seleccionado.

Tabla 19. Características físicas y químicas de la mermelada

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/ref.
Defectos		Exento	Exento	Sensorial
Sólidos solubles	°Brix	67.50 (0.50) ^a	60-65	NTE INEN-ISO2173:2013
Ph		3.00 (1.00) ^a	3-4	NTE INEN-389

Elaborado por: El Autor

Álvarez, Santamaría, Santamaría y Lara (2016, p.293) en su estudio del análisis de tiempo de vida útil de mermelada de higuerón informaron que el porcentaje de sólidos solubles obtenido en el producto estuvo en un rango de 65 a 66 °Brix, valor similar a la de la presente investigación.

Usca (2011, p.70) en su estudio sobre la evaluación del potencial nutritivo de mermelada elaborada a base de remolacha obtuvo valores de pH de 3.3 superiores a los resultados de la presente investigación, mismos que se encuentran dentro del rango permitido por la normativa correspondiente.

En la Tabla 20 se muestra los resultados del análisis microbiológico efectuado al Tratamiento seleccionado, mismos que dan cuenta de que el proceso fue realizado respetando las normas de higiene y con una correcta manipulación de las materias primas.

Tabla 20. Análisis microbiológicos de la mermelada

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
<i>E. coli</i>	UFC/g	<10	-----	API-5.8-04-01-00M3(AOAC 20th 991.14)
Levaduras y Mohos	UFC/g	<10	(CAC/GL21-1997). 071 MINSA/DIGESA. XIV.6: Max. 100	API-5.8-04-01-00M5.(AOAC 20 th 997.02)
<i>S. aureus</i>	UFC/g	<10	-----	API-5.8-04-01-00M31(AOAC 20th 2003:07)

Elaborado por: El Autor

De acuerdo con la norma NTEN-INEN-ISO 2173 (2013), las mermeladas deben tener conteos menores a 10 UFC/g de mohos y levaduras, *E. coli* y *S. aereus*, por lo tanto, el Tratamiento seleccionado cumplió con los requisitos establecidos en las normas correspondientes.

Lara (2016, p. 291) en su investigación del tiempo de vida útil en la elaboración de mermelada determinó valores entre de 2 y 10 UFC/g en cuanto mohos y levaduras, valores similares a los de la presente investigación.

4.4 Costos

4.4.1 Costos de elaboración de pectina.

Los costos fueron evaluados para extraer la pectina de la cáscara de cacao; los experimentos se realizaron con 80 g de cáscara de cacao

deshidratada. En las Tablas 21, 22 y 23 se presentan los costos de cada experimento y de los equipos y materiales utilizados, respectivamente.

Tabla 21. Costo para la obtención de pectina

Detalle	Cantidad	Costo
Costo de la mazorca	80 g	0.01
Costo de alcohol etílico	2 000 ml	0.80
Ácido cítrico	28 g	0.30
Costo de agua destilada	1 000 ml	0.30
Total		1.41

Elaborado por: El Autor

Tabla 22. Costos de equipos para la extracción de pectina

Detalle	Cantidad	Costo (USD)
Termo- agitador	1	200.00
Biofase	1	500.00
Fiola	1	20.00
Agitador	1	3.00
Vasos de precipitación	2	14.00
Filtros	1	5.00
Envases	1	10.00
Materia prima	80 g	0.01
Total		752.01

Elaborado por: El Autor

Tabla 23. Costos de la extracción de pectina y mermelada

Materiales	Cantidad	Unidad	Costo unitario (USD \$)	TOTAL (USD)
Directos				
Pulpa de mora	250	g	1.50	1.50
Pectina	0.7	g	0.88	0.88
Envases de vidrio	1		0.20	0.20
Etiqueta	1		0.03	0.03
Indirectos				
Guantes	1		0.07	0.07
Cofia	1		0.09	0.09
Cubre boca	1		0.05	0.05
Energía eléctrica	202	Kw/h	0.01	0.04
Agua 6l	0.7	l	0.14	0.14
Total			1.19	2.86

Elaborado por: El Autor

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La pectina obtenida de la cáscara de cacao fue el resultado de la hidrólisis ácida, un proceso de laboratorio que permitió la extracción de 2.21 % de pectina a partir de la cáscara de cacao en el mejor de los Tratamientos propuestos.

Se elaboraron cinco Tratamientos de mermelada de mora con 0.0 %, 0.6 %, 0.7 %, 0.8, % y 0.9 % de pectina extraída de la cáscara de cacao; El mejor Tratamiento fue el T2, seleccionado en base a la evaluación sensorial que determinó como mejor a la mermelada que obtuvo una calificación de “densa” en el atributo de consistencia.

Se evaluaron los sólidos solubles obteniendo un valor medio de 67.5 °Brix, y un pH de 3, valores considerados aceptables para una mermelada. La mermelada desarrollada cumplió con lo establecido en las normas sanitarias.

El costo de la pectina fue establecido en base a la producción de 80 g de cáscara de cacao. Se determinó que se necesitan USD. 1.22 dólares para producir una cantidad de 1.76 g de pectina extraída de la cáscara de cacao.

5.2 Recomendaciones

Emplear otras metodologías para extraer la pectina de la cáscara de cacao, y así poder optimizar costos y reducir la pérdida de pectina en el agua filtrada.

Utilizar la pectina de la cáscara de cacao para elaborar jaleas y compotas, además de salsas.

Extraer la pectina de cacao para fines comerciales y farmacéuticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abid, H., Hussain, A. y Ali, J. (2009). Technique of optimum extraction of pectin from sour orange peels and its chemical evaluation. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 31(3), 459-461.
- Álvarez Calvache, F., Santamaría, E., Santamaría, E. y Lara, E. (2016). Análisis del tiempo de vida útil en la elaboración de mermelada de higuierón (*Cucúrbita Odorífera Vell*) con zanahoria (*Daucus Carota*). *Revista chilena de nutrición*, 43(3), 290-295.
- Anecacao. (2015). Anecacao. Obtenido de Historia de Cacao: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>
- Anecacao. (2016). Cacao Nacional Uno Producto Emblematico Del Ecuador. Obtenido de <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacaonacional.html>
- Argote, E. y Vargas, P. (2013). Investigación de mercado sobre el grado de aceptación de mermelada de cocona. *Revista Científica Guillermo de Ockham*. V, 11(2), 194-205.
- Arthey, D. y Ashurst, P. (1996). *Procesado de frutas*. Zaragoza: Acibio S.A.
- Badui, S. (1999). *Química de los Alimentos*. Mexico: Pearson Education.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*, México: Pearson. 716.
- Bonvehí, J, y. Coll, F. (1999). Protein quality assessment in cocoa husk. *Food Res. Int.* 32: 201-208.

Bravo, M. y Condo, E. (2015). Comparación de la pectina obtenida a partir del aprovechamiento de las cáscaras de banano y cacao por el método de hidrólisis ácida (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad Ciencias Químicas).

Castillo, F., Ramírez, M., García, R. S., Bernal, M., Espinosa, B., Solís, J. A., & Duran, C. (2010). Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 1, 45-66.

Chocolate-truth.com 2010. Dark chocolate antioxidants. [Fecha de acceso: 9 enero 2012]. Disponible en: <http://www.dark-chocolate-antioxidant.com/dark-chocolate-antioxidants/health-benefits-of-dark-chocolate-through-the-years>

Devia. (2013). Extracción de la pectina a partir de los subproductos del cacao <https://core.ac.uk/download/pdf/47237189.pdf>

Espinoza, E., Salvador, N., y Rojas, J. (2012). Manual del cultivo de cacao blanco de Piura. Disponible en <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/04/Manual-de-cacao-24.09.pdf>

Jiménez, Felipe. (2012). Aprovechamiento del mucilago de la cáscara de cacao. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/881/1/038.pdf>

Fennema, O. (2003). *Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia. 1095.

- Ferreira, A. (2007). Pectinas: Aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, ed. U.N.d. Colombia. 2007, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Proeditor Ltda. 186
- Franco, M. Ramírez, M. García, R, Bernal, M. Espinosa, B. Solís, Julio. Durán, C. (2010). Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas. Revista latinoamericana el Ambiente y las Ciencias. Descargado de http://www.buap.mx/portal_pprd/work/sites/redica/resources/localcontent/98/2/reaprovechamiento%20integral%20%20franco-castillo.pdf el 2 de febrero del 2012.
- García, C. Penagos, C. (2011). Entorno comercial de la pectina. Obtenido de https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1107/7/GarciaCamila_2011_EntornoComercialPectina.pdf
- Gaviria, C. López, V. (2005). Extracción a escala laboratorio de la pectina del maracuya y escalado preliminar a planta piloto, in Departamento de Ingeniería de procesos.EAFIT: Medellín. p. 101.
- Guato Guato, E. M. (2006). Utilización de cáscaras de cítricos en la elaboración de mermelada de guayaba (*Psidium guayaba L.*) (Bachelor's thesis).
- Flórez, L. y M. Jerez. (2016). "Implementación de un método enzimático-gravimétrico para la determinación de fibra dietaria soluble e insoluble en residuos de cacao"; Universidad Industrial de Santander: Bucaramanga.

Lara, Estefanía (2016). Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/307527896_Analisis_del_tiem po_de_vida_util_en_la_elaboracion_de_mermelada_de_higueron_C ucurbita_Odorifera_Vell_con_zanahoria_Daucus_Carota (p. 291)

Linneo, C. (1753). Linneo, Species Plantarum 2.

Manosalvas López, L. S. (2017). Caracterización físico química y uso en mermeladas de las fracciones residuales de mora, procedentes de extracciones de colorante con microondas (*Bachelor's thesis*, Quito: UCE).

Medeiros, A. (1977). *Sporulation of Phytophthora palmivora (Butl.) Butl. in relation to epidemiology and chemical control of black pod disease*: Ph.D. Thesis, University of California, Riverside (USA).

Mejía, L. y Argüello, O, (2000). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Publicaciones CORPOICA, Regional 7, Bucaramanga (Colombia) Publicación (2000) 21-140

Mendoza, J. (14 de Junio de 2012). Elaboración de mermeladas. 3-7 obtenido de: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7358/tesis-brom.-tonini-liliana-eugenia-2015.pdf

Morales Intriago, F., Carrillo Zenteno, M., Ferreira Neto, J., Peña Galeas, M., Briones Caicedo, W., y Albán Moyano, M. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 11(1), 63-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.131>

NTEN-INEN-ISO 2173 (2013). Obtenida de: <https://docplayer.es/10151566-Quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-2173-2013-extracto.html>

Ofori, Boateng. T. Lee. (2013). The potential of using cocoa pod husks as green solid base catalysts for the transesterification of soybean oil into biodiesel: Effects of biodiesel on engine performance. *Chem. Eng. J.* 220: 395- 401.

Ohene, E. (2014). Producción de Cacao y Procesamiento Tecnológico. Disponible en https://books.google.com.ec/books?id=6JOIAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=cocoa+taxonomy&hl=es419&sa=X&redir_e#v=onepage&q=cocoa%20taxonomy&f=false

Ortiz, O. Villamizar, R. y Rangel, J. (2014). "Applying life cycle management of colombian cocoa production", *Food Science and Technology (Campinas)*, vol. 34, no. 1, pp. 62-68, 2014. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3959/395940094009.pdf>

Pagan J. (1998). Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo del melocotón, Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.

PROECUADOR (2016). (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). Análisis del sector cacao y elaborados. Obtenido de: <https://www.proecuador.gob.ec/cacao-y-elaborados/>

Ramírez, N. Mantilla, C. González, L. y Ruiz, Y. (2014). Aprovechamiento de la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial. *Revista Integra: Investigación Aplicada, Desarrollo Tecnológico e Innovación*, 1(1), 35-52.

Requena, J. (Agosto de 2012). *Academia*. Obtenido de Cacao y sus derivados:https://www.academia.edu/6625752/_EL_CACAO_Y_SUS_DERIVADOS_AUTOR%C3%8DA

Stephen, A. (2006). *Food Polysaccharides and their applications*. London: Taylor & Francis. 733.

Urrutia (2010). Políticas de para el sector cacaotero Ecuatoriano obtenido de <https://www.icco.org/sites/www.roundtablecocoa.org/documents/MAGAP%20-%20Vicente%20Urrutia%20-%20Ecuador.pdf>

Usca (2011). Evaluación del potencial nutritivo de mermelada elaborada a base de remolacha. Obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1165/1/56T00265.pdf>

Valencia, S. (27 de septiembre de 2011). El grano del cacao y sus productos semi- elaborados. Obtenido de Condiciones Técnicas de la leche: https://www.mef.gub.uy/innovaportal/file/10133/57/ct_leche_saborizada.pdf

Anexos

Anexo 1. Deshidratación de la cáscara de cacao



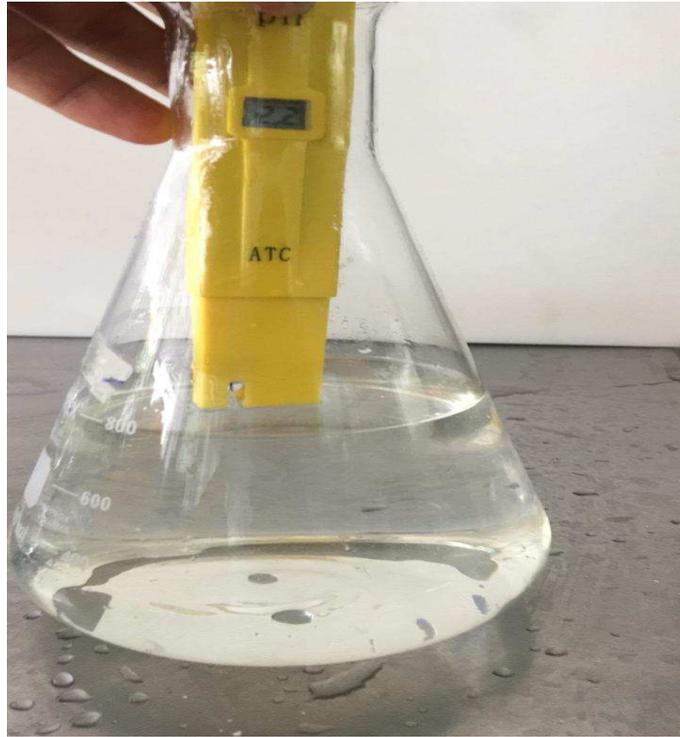
Elaborado por: El Autor

Anexo 2. Peso de la cáscara de cacao



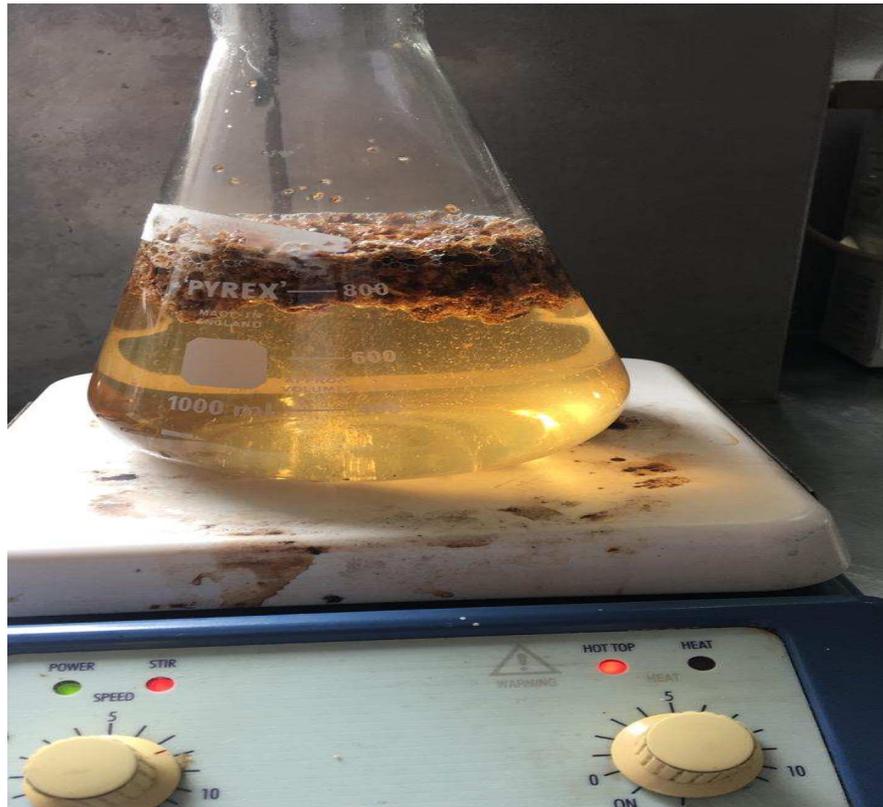
Elaborado por: El Autor

Anexo 3. Regular el pH con ácido cítrico



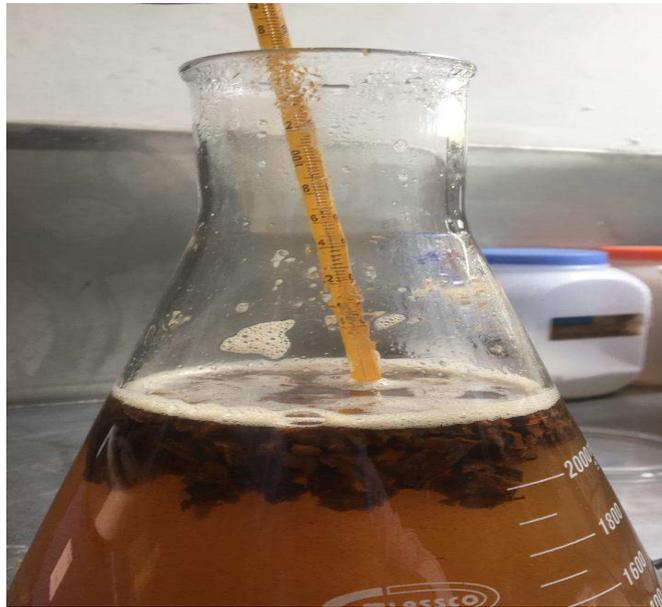
Elaborado por: El Autor

Anexo 4. Cocción de la cáscara de cacao



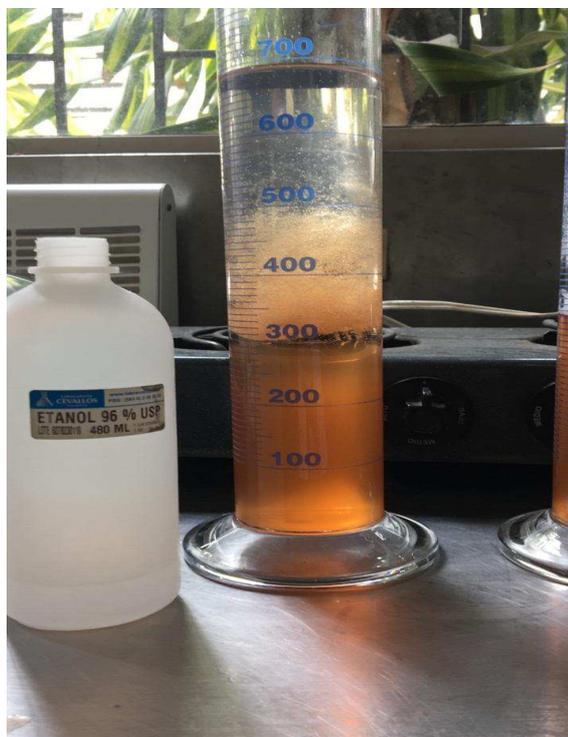
Elaborado por: El Autor

Anexo 5. Filtrado de la cáscara de cacao



Elaborado por: El Autor

Anexo 6. Adición de etanol



Elaborado por: El Autor

Anexo 7. Formación de la pectina



Elaborado por: El Autor

Anexo 8. Filtrado de la pectina



Elaborado por: El Autor

Anexo 9. Pectina deshidratada



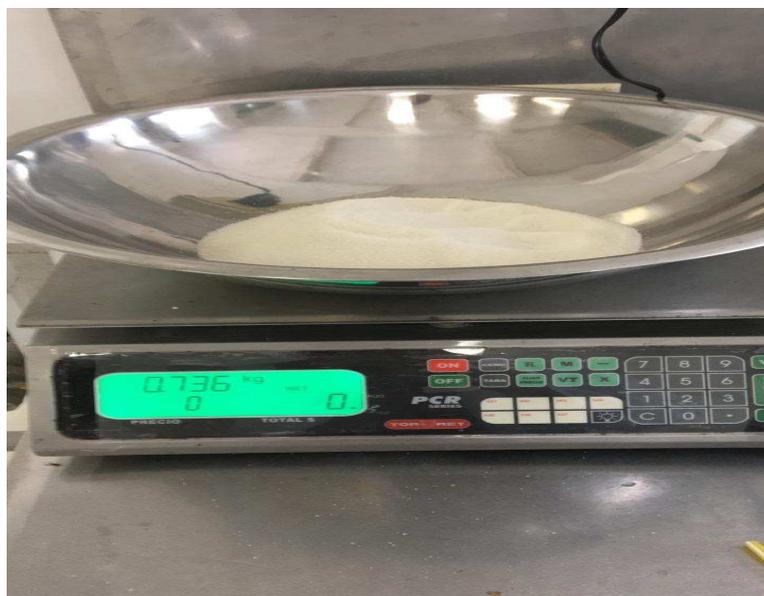
Elaborado por: El Autor

Anexo 10. Pesado de la pulpa



Elaborado por: El Autor

Anexo 11. Pesado de la azúcar



Elaborado por: El Autor

Anexo 12. Adición de la pectina



Elaborado por: El Autor

Anexo 13. Envasado de la mermelada



Elaborado por: El Autor

Anexo 14. Evaluación sensorial a la mejor fórmula por panelistas de la Facultad de Ciencias Medicas



Elaborado por: El Autor

Anexo 15. Análisis físico-químicos


Escuela Superior Politécnica del Litoral
 Laboratorio PROTAL - ESPOL



GCR-4.1-01-00-03

Informe: 19-01-0107-0001

Datos del cliente

Nombre: CEDENO ARTEAGA LISTON JOSE	Teléfono: 0982387641
Dirección: GARZOTA II	

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre: MERMELADA CON PECTINA DE CASCARA DE CACAO	Código muestra: 19-01-0107-M001
Marca comercial: S-M	Lote: N/A
Referencia: Mermelada	Fecha elaboración: 23/01/2019
Envase: N/D	Fecha expiración: N/A
Conservación de la muestra: Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción: 24/01/2019
Fecha análisis: 24/01/2019	Vida útil:
Cantidad neta declarada: 250 g	
Cantidad neta encontrada: N/A	
Presentación: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

Análisis Organolépticos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Color *	---	Propio	Propio	Sensorial *
Olor *	---	Propio	Propio	Sensorial *
Sabor *	---	Propio	Propio	Sensorial *

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Defectos *	---	Exento	Exento	Sensorial *
Sólidos solubles *	%Brix	67.5	Mermelada Min:60 - 65 o superior - Confitaras y Jucas Max: 40 - 45	NTE INEN-ISO 2173:2013 *

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
E. coli *	UFC/g	< 10	---	API-5.8-04-01-00M3 (AOAC 2008.091.14) *
Levaduras y Mohos *	UFC/g	< 10	(CAC/GL 21-1997), 071 MINSA-DIGESA, XIV.6. Max: 100	API-5.8-04-01-00M3 (AOAC 2008.091.14) *
S. Aureus *	UFC/g	< 10	---	API-5.8-04-01-00M3 (AOAC 2008.091.14) *

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.



REV. 03

Página 1 de 2

VIGENTE DESDE: 01.07.07
 Campus "Testaño Salado" 2° Bloq. 302 c/da Perimetral Lda. de la C/da. Santa Cecilia
 Teléfonos: 042 - 250723 / 733 / 730 * Celular: 09804978032
 Contacto: central@protal.gespol.edu.ec - recepcion@gespol.edu.ec * Facebook: Laboratorio Protal - Espol

Elaborado por: El Autor



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Cedeño Arteaga Liston**, con C.C: # 1722478870 autor/a del trabajo de titulación: **Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la elaboración de mermelada**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de marzo de 2019

Cedeño Arteaga, Liston José

C.C: 1722478870



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en la elaboración de mermelada		
AUTOR(ES)	Cedeño Arteaga, Liston José		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dra. Pulgar Oleas, Nelly Lorena, M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Técnica De Educación Técnica Para El Desarrollo.		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de Marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	70 p.
ÁREAS TEMÁTICAS:	Arroz, pastas, procesos de alimentos.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Pectina, mermelada, análisis sensorial, sólidos solubles análisis físicos y químicos.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso de diferentes porcentajes (0.6, 0.7, 0.8 y 0.9 %) de pectina obtenida de la cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) para la elaboración de mermelada de mora que cumpla con los requisitos establecidos en las normas de calidad. El cacao fue adquirido en las haciendas de la zona de Pedernales-Manabí. En la extracción de pectina se evaluó el rendimiento en base al método de hidrólisis ácida, con el uso de alcohol y ácido cítrico, utilizando un diseño factorial 2² en el cual se variaron la temperatura de extracción y el pH. El Tratamiento con el mayor rendimiento en la extracción fue seleccionado para la elaboración de la mermelada, a la cual se le practicaron los análisis físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos. El Tratamiento con el mayor rendimiento en la extracción de pectina fue aquel en el que se trabajó a una temperatura de 90 °C en la cocción y un pH de 2. El panel sensorial estableció como mejor Tratamiento a la mermelada que contenía 0.7 % de pectina. En las mermeladas no existieron diferencias significativas en cuanto a la medición del contenido de grados Brix o sólidos solubles y pH, además, cumplieron con lo establecido en las normas sanitarias.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 982387641	E-mail: jose_liston@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.		
	Teléfono: +593 987361675 noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			