UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENERÍA AGROINDUSTRIAL

CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA; EXTRAÍDA DE LA CÁSCARA DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao L.*), Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA DE PIÑA, EN PUCALLPA – 2022

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ERICK OSWALDO GOMEZ MEZA

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **ERICK OSWALDO GOMEZ MEZA**, denominada **"CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA; EXTRAÍDA DE LA CÁSCARA DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao L.*), Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA DE PIÑA, EN PUCALLPA – 2022"**, para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo **(17) DIECISIETE.**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL,** de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 04 de abril del 2023.

.....	.....
Dr. Javier Amacifuen Vigo	Ing. Alex Renglfo Zumaeta, M.Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Carlos Ruiz Padilla, M.Sc.	Ing. Edgar Vicente Santa cruz, M.Sc.
Miembro	Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Javier Amacifuen Vigo ..... Presidente

Ing. Alex Rengifo Zumaeta, M.Sc. ..... Secretario

Ing. Carlos Ruiz Padilla, M.Sc. ..... Miembro

Ing. Edgar Vicente Santa cruz, M.Sc. ..... Asesor

Bach. Erick Oswaldo Gomez Meza ..... Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0110-2023.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado: **"CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA; EXTRAÍDA DE LA CÁSCARA DE CACAO CCN-51 (Theobroma cacao L.), Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA DE PIÑA, EN PUCALLPA – 2022"**

Autor(es)	:	**GOMEZ MEZA, ERICK OSWALDO**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**ING. AGROINDUSTRIAL**
Asesor(a)	:	**Mg. VICENTE SANTA CRUZ, EDGAR**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un ***porcentaje de similitud 5%.***

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 24/02/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI Dirección General de Producción Intelectual

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Erick Oswaldo Gomez Meza

Autor de la tesis titulada : Caracterización de la pectina; extraida de la Cáscara de Cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.), y su aplicación en la elaboración de una mermelada de piña, en Pucallpa – 2022

Sustentada el año 2023

Asesor(a): Ing. M. Sc. Edgar Vicente Santa Cruz

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 04 / 04 / 2023.

Email: Oswaldogm1510@gmail.com Firma:

Teléfono: 920236007 DNI: 47637297

DEDICATORIA.

Ante todo, quiero expresar mi infinita gratitud a Dios, por haberme dado el valor y la fuerza necesarios para terminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también a la Sra. Lic. Greta Luz Meza, Mi madre que siempre me apoyo y esa confianza brindada. Ella me ha demostrado indiscutiblemente su afecto a lo largo de mi vida, corrigiendo mis errores y reconociendo mis logros.

A mi hermano el Ing. Augusto Gómez Meza, por ese granito de apoyo y consejos me han permitido superar las dificultades que he encontrado a lo largo de mi vida.

Se lo dedico a mi padre, Lic. Oswaldo Gomez B. que siempre he sentido que está a mi lado; estoy seguro que él está satisfecho de la persona en la que me he convertido.

A mis tíos, quienes merecen un agradecimiento especial ya que su apoyo, cariño y comprensión han jugado un papel crucial en mi vida.

A mis amigos en general, sin vosotros, esta tesis no sería lo que es ahora, y nuestra amistad no existiría; a base de risas, bromas y rabia, hemos podido fortalecer ese lazo de amistad.

Y gracias a todos los que me han apoyado a lo largo de este esfuerzo.

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional de Ucayali especialmente a mi facultad ciencias Agropecuarias de la Carrera de Ingeniera Agroindustrial, gracias por haberme permitido formarme en ella, por medio de todas las personas que fueron participes de este desarrollo, ya sea de forma directa o indirecta, gracias a todos ustedes por hacer su aporte por medio de sus enseñanzas adquiridas en las horas teóricas y prácticas a través de la excelente plana docente.

Al Ing. M.Sc. Edgar Vicente Santa Cruz, asesor de este trabajo de investigación, por permitirme trabajar con él en esta tesis. Su aliento, su creencia en mis capacidades y su habilidad para dirigir mis pensamientos han sido una enorme ayuda en la redacción de esta tesis, así como en mi progreso como investigador. La clave del buen trabajo que hemos hecho juntos han sido mis propias ideas, siempre enmarcadas en su dirección y rigor, que no se pueden imaginar sin su participación siempre puntual. Merece elogios por haberme facilitado siempre los recursos suficientes para llevar a cabo todas las tareas sugeridas durante el desarrollo de esta tesis.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento al Señor Juan Wicman Huaycama Murayari, Técnico Especializado a cargo del Laboratorio de Análisis de Suelos - UNU, por su importante contribución y activa participación en la elaboración de esta tesis en la fase experimental del proyecto. Debo destacar especialmente su disponibilidad y paciencia, que hicieron que nuestras conversaciones fueran productivas tanto desde el punto de vista científico. Sin duda, su implicación ha mejorado el trabajo realizado y, además, ha contribuido al desarrollo de una sólida amistad.

ÍNDICE.

Pág.

DEDICATORIA……vi

AGRADECIMIENTO..... vii

ÍNDICE viii

RESUMEN. xi

ABSTRACT. xiii

LISTA DE CUADROS. xv

LISTA DE FIGURAS. xvi

I. INTRODUCCIÓN. 1

II. REVISIÓN LITERARIA. 2

2.1. Antecedentes. 2

2.2. Generalidades de la pectina. 9

2.2.1. Generalidades. 9

2.2.2. Aplicación de la pectina. 10

2.2.3. Clasificación 10

2.2.4. Métodos de aislamiento de extracción. 11

2.3. Generalidades del cacao *(Theobroma cacao)* 13

2.3.1. Historia. 14

2.3.2. Taxonomía. 14

2.3.3. Variedades o tipos de cacao. 15

III. MATERIALES Y MÉTODOS. 18

3.1. Lugar de ejecución de la investigación. 18

3.2. Materia prima. 18

3.3. Materiales, equipos y reactivos. 18

3.3.1. Materiales. 18

3.3.2. Equipos e instrumentos. 19
3.3.3. Reactivos. 19
3.4. Metodología Experimental. 19
3.4.1. Flujograma para la extracción de pectina de la cáscara de cacao CCN-51 19
3.4.2. Descripción de la extracción de pectina a partir de cáscara de cacao CCN-51, por hidrólisis ácida. 21
3.5. Métodos de Análisis. 23
3.5.1. Análisis fisicoquímicos. 23
3.6. Diseño Estadístico. 24
3.6.1. Análisis de varianza DCA - Extracción de pectina 24
3.6.2. Tratamientos experimentales. 24
3.6.3. Programa estadístico. 26
3.6.4. Tipo de investigación. 26
3.6.5. Población y muestra. 26
3.7. Variables independientes y variables dependientes. 27
3.7.1. Variables independientes. 27
3.7.2. Variables dependientes. 28
3.8. Análisis sensorial – pareadas 28
3.8.1. Diagrama para la elaboración de mermelada de piña Golden *(Ananas comosus)*. 29
3.8.2. Descripción de las operaciones para la elaboración de una mermelada de piña 29
3.9. Análisis sensorial - pareada 32
3.10. Operacionalización de las variables 33

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 34
4.1. Estudio de la materia prima 34
4.1.1. Medidas físicas o biométricas 38
4.2. Análisis fisicoquímicos de la pectina 35
4.2.1. Rendimiento de la muestra para la extracción de pectina 35
4.2.2. Rendimiento de pectina extraída 37
4.2.3. Análisis de varianza del rendimiento. 38
4.2.4. Análisis químicos de la pectina extraída. 39
4.3. Análisis Sensorial - Pareada 41
4.3.1. Mermelada de piña Golden 41
4.3.2. Descripción para el análisis sensorial - pareada 41
4.3.3. Análisis de datos – prueba pareada 43
V. CONCLUSIONES. 45
VI. RECOMENDACIONES. 46
VII. LITERATURA CITADA. 47
VIII. ANEXOS. 51

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la carretera Federico Basadre km 6.200, ocupando los espacios de los talleres de tecnologías de aceites y grasa, laboratorio análisis de suelos y el laboratorio de tecnología láctea para el desarrollo de los análisis fisicoquímicos, así como para el proceso de extracción y envasado del producto final. El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad extraer y evaluar las características fisicoquímicas y posteriormente la elaboración de una mermelada de piña con la pectina extraída, donde la cáscara de cacao fue sometida a una deshidratación al 11% de humedad, luego por el método de hidrólisis ácida se logró la extracción de la pectina, el ácido que se utilizó para la extracción fue el ácido cítrico a tres (03) diferentes concentraciones de pH (2.5, 3.5, 4.5), luego con la pectina extraída se elaboró una mermelada de piña, la cual se aplicó un análisis sensorial - pareada, comparando con la pectina comercial. Para la evaluación paramétrica se utilizó un DCA con arreglo factorial 1x3x3 con replicas, utilizándose la cáscara de cacao CCN-51. Los análisis fisicoquímicos empleados para la pectina extraída fueron: Rendimiento de la pectina extraída expresado en (%), Porcentaje de Grado de esterificación (%Ge), Porcentaje de metoxilo (%Me), Porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (%AGA). El cacao CCN-51 se recolectó del caserío Nuevo Bellavista localizado en el distrito de Irazola - San Alejandro en la finca del Sr. Nicéforo Agüero Rojas, la parcela se ubica en las siguientes coordenadas UTM: 18L Este: 0482703 y Norte: 9017126, a una altura de 300 ms.n.m, Durante la evaluación de los tratamientos en estudio no se reportó diferencias significativas en los rendimientos con p value de < 0.05, posteriormente se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza de α 0.05 para su conformidad de datos obtenidos,

se reportó que el rendimiento fue un promedio de 3.88%. Así mismo, los resultados de sus características fisicoquímicas obtenidas expresado en porcentaje fueron: % de Metoxilo 7.4, % Esterificación 0.36 y % Galacturónico 97.07, la metodología de extracción fue por hidrólisis ácida la cual para este trabajo se utilizó el ácido cítrico en tres diferentes concentraciones de pH, posteriormente con la pectina extraída se elaboró una mermelada de piña y fue comparada con la pectina comercial para su análisis sensorial correspondiente, los resultados fueron favorables, concluyendo que si es factible extraer pectina de la cáscara de cacao CCN-51 y posteriormente comercializarlo y hacer uso de ellos para elaborar productos agroindustriales que requieran de este insumo.

Palabras claves: Cáscara, deshidratado, ácido hidrólisis, concentración de pH.

ABSTRACT.

The present research work was conducted at the National University of Ucayali, located on the Federico Basadre road km 6.200, occupying the spaces of the workshops of oil and fat technologies, soil analysis laboratory and dairy technology laboratory for the development of physicochemical analysis, as well as for the process of extraction and packaging of the final product. The purpose of this research work is to extract and evaluate the physicochemical characteristics and subsequently in the elaboration of a pineapple jam with the extracted pectin, where the cocoa mass is subjected to dehydration at 10% humidity, then by the method of acid hydrolysis the extraction of pectin was achieved, the acid used for the extraction was citric acid at three (03) different pH concentrations (2. 5, 3.5, 4.5), then a paired sensory analysis was performed with the extracted pectin, making a comparison with commercial pectin in the preparation of a pineapple jam. For the parametric evaluation a DCA with a 1x3x3 factorial arrangement with replicates was used, in which the cocoa husk CCN-51) was used. The physicochemical analyses used for the extracted pectin were: Yield of extracted pectin expressed in (%), Percentage of degree of esterification (%Ge), Percentage of methoxyl (%Me), Percentage of galacturonic anhydride acid (%AGA). The experimental units were obtained from the Nuevo Bellavista hamlet located in the district of Irazola - San Alejandro on the farm of Mr. Nicéforo Agüero Rojas, the plot is located at the following UTM coordinates: 18L East: 0482703 and North: 9017126, at an altitude of 300 meters above sea level. m. During the evaluation of the treatments under study, no significant differences were reported in the yields with a p value of < 0.05, for which the Tukey multiple comparison test was applied with a confidence level of α 0.05 for conformity of the data obtained, it was reported that the yield was an average of 3.88%. Likewise, the results of its physicochemical characteristics obtained

expressed in percentage are, % Methoxyl 7.4, % Esterification 0.36 and % Galacturonic 97.07, the extraction methodology was by acid hydrolysis which for this work was used citric acid at three different pH concentrations, then with the extracted pectin was made a pineapple jam and compared with commercial pectin for its corresponding sensory analysis, the results were favorable, concluding that it is feasible to extract pectin from cocoa husk CCN-51 and then market and use them to produce agro-industrial products that require this input.

Keywords: Cocoa husk, dehydrated, acid hydrolysis, pH concentration.

LISTA DE CUADROS.

En el texto: **Pág.**

Cuadro 1. Tratamientos experimentales en estudio. 26

Cuadro 2. Cantidad de cáscara en cada ajuste de pH. 27

Cuadro 3. Operacionalización de las variables y tipo de evaluación sensorial.....33

Cuadro 4. Características biométricas del fruto de cacao CCN-51 y piña Golden 34

Cuadro 5. Balance de materia de la cáscara para la extracción de pectina. 36

Cuadro 6. Datos según antecedentes de cáscara por hectárea cosechada. 37

Cuadro 7. Rendimiento de extracción de pectina por cada 50 g de muestra seca……..37

Cuadro 8. Promedio de los rendimientos de cada concentración de pH. 37

Cuadro 9. Análisis de varianza para el rendimiento.. 39

Cuadro 10. Comparación múltiple de Tukey para el rendimiento……..…39

Cuadro 11. Análisis químicos de la pectina extraída. 40

Cuadro 12. Características químicas de pectina de la cáscara de cacao CCN-51 y las especificaciones internacionales de la pectina comercial... 40

Cuadro 13. Ingredientes generales de ambas mermeladas de píña Golden……41

Cuadro 14. Codificación de las mermeladas. 42

Cuadro 15. Resultados de la prueba sensorial.....43

Cuadro 16. Tabla de significancia de respuesta correctas - ISO 5495 43

En el anexo:

Cuadro 17A. Características químicas de la pectina de la cáscara de cacao CCN-51 y las especificaciones internacionales de la pectina comercial. 55

Cuadro 18A. Análisis de varianza para el rendimiento.....55

Cuadro 19A. Comparación múltiple de Tukey para el rendimiento 55

LISTA DE FIGURAS.

Pág.

En el texto:

Figura 1. Flujograma para la extracción de pectina – CCN-51. 20

Figura 2. Esquema experimental de un factorial……..... 25

Figura 3. Diagrama de flujo para elaboración de una mermelada de piña Golden (*Ananas comnosus*)..... 29

En el anexo:

Figura 4A. Gráfico de mediana y Tukey HDS al 95% de confianza 56

Figura 5A. Perfil sensorial de mermelada con adición de pectina.. 56

Figura 6A. Cosecha de cacao CNN-51 57

Figura 7A. Cacao CCN-51 57

Figura 8A. Lavado y extracción de la semilla de la mazorca de cacao CCN-51 57

Figura 9A. Pelado de la mazorca de cacao CCN-51..... 57

Figura 10A. Pelado de la mazorca de cacao CCN-51..... 58

Figura 11A. Cortado en cubo de 5.0 mm de la mazorca pelada 58

Figura 12A. Colocando la muestra húmeda en las bandejas deshidratadoras. 58

Figura 13A. Colocando las bandejas en el horno deshidratador. 58

Figura 14A. Triturado de la muestra seca con un molino manual……..59

Figura 15A. Muestra seca tamizado y envasado en 50 g c/u ……59

Figura 16A. Preparación de las 3 concentración de pH en ácido cítrico (2.5; 3.5; 4.5). 59

Figura 17A. Sometiendo la muestra en baño maría en cada concentración de pH en ácido cítrico – 80 °C 59

Figura 18A. Filtrado de la muestra después del baño maría con la ayuda de una tela de 0.5 µm……..……...60

Figura 19A. Aplicando una presión manual ligera para un filtrado eficaz……....60

Figura 20A. Pectina líquida extraída de la cáscara de cacao CCN-51……..60

Figura 21A. Centrifugado de la pectina extraída en estado líquido, 6000 rpm x 80 min 60

Figura 22A. Pectina seca envasado a temperatura ambiente.....61

Figura 23A. Jurado evaluador supervisando el trabajo de investigación …….....61

Figura 24A. Jurado evaluador supervisando el trabajo de investigación.....61

Figura 25A. Preparación para el análisis sensorial – mermelada de piña con la pectina extraída y la comercial.....61

Figura 26A. Anáslisis sensorial - panelista.....62

Figura 27A. Análisis sensorial - panelista.....62

I. INTRODUCCIÓN.

La DRAU (2014); citado por Chan y Choo (2013), señala que, por una hectárea cosechada, se obtiene aproximadamente 700 Kg de fruta. En ese sentido, considerando lo mencionado por Chan y Choo (2013), en promedio la “cáscara” representa el 52 - 76% del total de la mazorca, lo que indicaría que por una hectárea se obtiene un promedio de 490 Kg de cáscara de cacao, mientras que solo 210 Kg se utiliza en la industria chocolatera.

Por consiguiente, como lo señalan Chan y Choo (2013), estas cáscaras suelen representar aproximadamente el 52 - 76 % del fruto, en tal sentido, son el principal producto de residuo de la industria cacaotera. Estos residuos pueden aprovecharse, para la generación de subproductos como la pectina, bajo ese contexto, Betancourt y Llano (2009), indican que este compuesto orgánico (pectina), comúnmente se obtiene a partir de residuos (cáscaras) proveniente de la industria de cítricos, industria azucarera, entre otros. Es así que, se ha aumentado el interés por la obtención de pectina.

Por lo antes descrito, el presente trabajo de investigación consiste en caracterizar y determinar el rendimiento de pectina, extraída por el método hidrólisis ácida con tres ajustes de pH; a partir de cáscara de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L*.), en Pucallpa, con la finalidad de ser una alternativa de valor agregado, que nos permitiría utilizar un recurso (cáscara) que por lo general suele ser desechado. Es por ello, que se realizará este proyecto y consideramos aprovechar la cáscara, ya que puede ser una alternativa de obtener subproductos como la pectina y su uso en la elaboración de un producto agroindustrial que generen mayores ganancias del cultivo y mayor producción del cacao.

II. REVISIÓN LITERARIA.

2.1. Antecedentes.

En el trabajo de investigación realizado por Cobeñas y Guerrero (2018), titulado Caracterización de la pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*.) mediante variación del ácido y temperatura. Alterando el tipo de ácido y la temperatura de extracción, los autores se propusieron como objetivo caracterizar la pectina extraída de la cáscara de cacao. Por esta razón, se utilizaron los ácidos láctico, oxálico, cítrico y acético para extraer la pectina, y se investigaron las propiedades fisicoquímicas de la pectina. Con un rango de temperaturas de extracción de 65 °C, 75 °C, 85 °C y 95 °C a lo largo de 60 minutos, se evaluó a un pH de 3,0. Para desarrollar los análisis estadísticos se utilizó un diseño experimental bifactorial con 2 niveles, el factor A (tipo de ácido) y el factor B (temperatura de extracción), y 3 repeticiones para cada tratamiento, obteniéndose un total de 16 tratamientos (4 tipos de ácidos y 4 temperaturas diferentes). Se examinaron el rendimiento, la humedad, las cenizas y los parámetros fisicoquímicos: ácido galacturónico, esterificación, peso equivalente, metoxilo y poder gelificante. Basándose en esta descripción, se creó una mermelada utilizando la pectina de la cáscara de cacao. Los resultados demostraron una relación sustancial entre las variables de respuesta rendimiento y calidad de la pectina y el tipo de ácido y la temperatura de extracción. Cuando la pectina de cáscara de cacao se extrajo en ácido oxálico a 95 °C, el rendimiento fue del 23,04%, el contenido de humedad del 10,65%, el contenido de cenizas del 0,87%, el peso equivalente de 2 219,43 g, el contenido de metoxilo del 2,89%, el contenido de esterificación del 63,45%, el contenido de ácido galacturónico del 78,13%, el grado de gelificación de 368,03 g y el color

marrón claro, cumpliendo con los parámetros de calidad de una pectina establecidos por la FAO, FCC y ECC.

Torregroza, Gómez-Cáceres, Rodríguez y López (2019), en el trabajo de investigación titulado: Optimización de la aceptabilidad de mermelada de mango enriquecida con pectina de cascarilla de cacao *(Theobroma cacao L.).* Este estudio tiene como objetivo mejorar y evaluar la aceptabilidad de un merengue de mango mejorado con extractos de cacao del cultivar desarrollado en el departamento de Sucre. En el experimento se utilizaron un total de 27 unidades experimentales, para lo cual se empleó un diseño completo con ajuste factorial y tres repeticiones para cada tratamiento de concentrado (0,2%, 0,4% y 0,6%) y concentración de ácido cítrico (0,1%, 0,3% y 0,5%). Se mantuvieron constantes el 65,5% de fruta fresca y el 34,0% de azúcar. Como parte del análisis de datos, se analiza la variación de la mediana y se comprueban las comparaciones de medias. Utilizando un panel de 60 personas y una escala hedónica de 7 puntos, se evalúa la aceptabilidad de la mermelada durante las 24 horas siguientes a su creación. Se alcanza un valor de 6,75, que es moderadamente alto.

En el trabajo de investigación realizado por Barazarte, Sangronis y Unai (2018), titulado: La cáscara de cacao *(Theobroma cacao L.):* Una posible fuente comercial de pectinas. Con un diseño factorial 3*2 y un total de 9 tratamientos, en este estudio se intenta extraer pectina de la cáscara de cacao a pH 3, 4 y 5 y a temperaturas de 60, 75 y 90 °C. Dos porciones de 30 g de cáscara de cacao seca y triturada se colocaron por separado en vasos de precipitados de 1000 mL y se combinaron con 800 mL de EDTA al 0,5% según el procedimiento modificado de Mc Cready (13). A continuación, se corrigió el pH utilizando HCl 1,0 N o NaOH 1,0 N, dependiendo de la situación, y se calentó

durante 60 minutos en un baño de agua hasta alcanzar la temperatura de trabajo deseada. La dispersión se filtró tres veces sobre tela de lino después de enfriarla rápidamente a temperatura ambiente. Los sólidos de cada dispersión se combinaron y se pusieron en un vaso de precipitados de 1000 mL, disuelto en 600 mL de agua destilada, posteriormente se ajustó el pH y se repitió el procedimiento de extracción. Para eliminar las partículas en suspensión, se combinaron todos los extractos y se centrifugaron a 2700 g durante 15 min. Tras un reposo de 12 a 15 horas, el extracto resultante se combinó con 1,5 litros de etanol al 95% que contenía HCl al 1,0%, y el precipitado se separó por centrifugación a 5000 g durante 10 minutos. El residuo se centrifugó a 5000 g durante 10 minutos después de lavarlo dos veces con 500 mL de etanol al 70%. Se utilizaron 300 mL de acetona, tras un segundo lavado con etanol al 95%. Con la ayuda de un guante de goma, el precipitado se comprimió manualmente, se colocó en una cápsula de vidrio y se secó en un horno ordinario a 40 °C hasta que alcanzó un peso estable. Utilizando un micromolino, la pectina aislada se redujo a un tamaño de partícula de malla 40 (Cienceware, Belt-at Products, Pequannock, NJ07440, EE.UU.). La extracción se realizó tres veces. El peso de la pectina extraída dividido por el peso original de la cáscara seca se utilizó para evaluar el rendimiento de la extracción. Para la pectina recuperada de cada tratamiento se calculó la cantidad de ácido galacturónico (AGA), la cantidad de metoxilo, el grado de esterificación y el peso equivalente Además, se modificó la metodología; para determinar el grado de gelificación, y se elaboraron geles con 0,5% de pectina extraída, azúcar en cantidad suficiente para alcanzar un 30% de sólidos solubles en la dispersión final, ácido cítrico al 0,5%, cloruro cálcico (30 mg de calcio/g de pectina) y agua en cantidad suficiente para cubrir

el 100% de los ingredientes. La temperatura del agua fue de 72 °C, poco a poco, se introdujo una mezcla de pectina y azúcar en una proporción de 1:5 peso-pectina. Una vez distribuida la pectina, se siguió calentando la mezcla sin dejar de remover hasta que hirvió. En ese momento, se añadió gradualmente el azúcar restante. El cloruro cálcico se disolvió en agua y se calentó de nuevo hasta alcanzar la ebullición (106 °C) sin interrumpir la agitación. A continuación, se añadió el ácido cítrico, se mezcló y se dejó hervir durante 3 minutos.

Del Águila y Zegarra (2016) en su investigación titulada: Extracción de pectina por hidrólisis ácida y precipitación Alcohólica a partir de las cáscaras de cacao híbrido CCN-51 *(Theobroma cacao L.)* para la fabricación de un prototipo de empaque alimentario, Pucallpa, región Ucayali 2015. Utilizando las cáscaras del híbrido de cacao CCN-51, el presente estudio evaluó en laboratorio si era posible extraer pectinas para su uso agroindustrial. La creciente demanda de pectina como aditivo en la industria agroalimentaria debido a su capacidad gelificante y espesante, así como su mayor consumo debido a su versatilidad de aplicaciones en diversos sectores industriales, son los principales impulsores del interés por trabajar en la obtención de pectinas a partir de los residuos generados en el proceso de despulpado del cacao. Para ello, se determinaron las propiedades de la pectina extraída mediante ácido cítrico y precipitación con alcohol etílico al 96% v/v, se evaluaron tres rangos de pH (3,0, 4,0 y 5,0), un tiempo de hidrólisis y una temperatura de 80 minutos y 90 °C, respectivamente, para llevar a cabo el proceso de obtención de la pectina con insumos fácilmente accesibles y disponibles en los laboratorios; para ello se utilizó el diseño estadístico DCA con un arreglo factorial 3x3 con tres repeticiones; en cuanto a la determinación de las características fisicoquímicas: Rendimiento promedio de

4,10%; Grado de esterificación promedio de 42,36%; con la pectina se crearon nueve (09) diseños de envases para alimentos que fueron examinados estadísticamente mediante un DCA con un arreglo factorial 3x2 y tres repeticiones, arrojando, la mejor fue la T, con un contenido de pectina del 3% y una concentración de glicerina del 1,50%, que presentaba las siguientes cualidades: 25.623,24 nm en UT, 43,8 nm en UA, 84,23% en solubilidad en agua, 2,98% en cenizas, 12,58% en humedad y 35,57% en biodegradabilidad al cabo de 5 días. Las tres fórmulas que obtuvieron los mejores resultados en la evaluación sensorial de los panelistas para el prototipo de envase alimentario recibieron una calificación de aceptación de me gusta moderado y una puntuación media de 4 para los atributos color, sabor y textura (muestra de papaya), y olor. Estas fórmulas se evaluaron estadísticamente mediante un diseño DBCA con una disposición factorial de 3x2 (muestra de piña).

Vela (2017). Obtención de pectina a partir del exudado de cacao *(Theobroma cacao Sp).* En esta investigación se obtuvo pectina a partir de exudado de cacao previamente acondicionado a pH 1,9 y calentado durante 75 minutos a 80 °C mediante la acción precipitante de alcohol etílico de 95° G.L. y sulfato de aluminio. El material que dio mejores resultados fue el alcohol de 95° G.L. al 70%, alcanzando un rendimiento de pectina del 1,24% y un rendimiento de extracción del 96,88% durante el procedimiento. La pectina recuperada tenía una concentración media de ácido galacturónico del 58,92%, 6,32% de metoxilo y 28,45% de esterificación (LMP), por lo que era de calidad media y apropiada para productos dietéticos. Además, se encontró que la pectina en solución a un pH de 3,2, 30 °Brix, y una concentración de 0,5%.

Rengifo y Macías (2019) en su investigación titulada: Evaluación de dos métodos de extracción de pectina de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao).* Se extrajo pectina de la cáscara de cacao de la variedad nacional EET103 utilizando dos técnicas de extracción diferentes: hidrólisis ácida e hidrólisis enzimática. Los rendimientos de estas dos técnicas se compararon mediante el estadístico t-Student para determinar cuál era la más eficaz. Además, se identificaron los grupos funcionales con picos representativos mediante espectrofotometría infrarroja, y utilizando estos valores se determinó el grado de esterificación de las pectinas extraídas. Dado que hubo variaciones significativas en las medias entre los procedimientos (p 0,05), se demostró que la extracción ácida tenía mayores rendimientos. En comparación con las áreas (cm-1) de la pectina comercial, que eran 1741,07 y 1637,95, las áreas de las pectinas de extracción ácida y enzimática eran 1720,47 y 1727,98, respectivamente, en los grupos éster, 1632,10 y 1600,99, y 51,31% y 51,90%, respectivamente, en los grupos ácido. Como resultado, el método de extracción por hidrólisis ácida produjo mayores rendimientos que el método de hidrólisis enzimática, los picos de la caracterización de los grupos funcionales son similares a los de la pectina comercial, y la GE en ambos métodos es superior al 50%, lo que indica que la pectina tiene un alto contenido en grupos metoxilo.

Bernal, Milena, Rodríguez y Peralta (2014) en su investigación titulada: Aprovechamiento de la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial. La cáscara de cacao se sometió a una técnica de reducción de tamaño para facilitar el tratamiento. Para impedir la activación de la enzima polifenoloxidasa, se enjuagó con ácido cítrico y se introdujo en una olla con agua hirviendo durante 90 segundos. La solución

generada se examinó microbiológica y físicamente, y se calcularon el porcentaje de esterificación, la cantidad de ácido galacturónico, la viscosidad de la solución, la cantidad de partículas solubles y el número de bacterias presentes. La solución se cambió por pectina comercial para hacer mermeladas de frutas. Los resultados fueron bastante satisfactorios, con un nivel de esterificación superior al 70%, un recuento microbiológico muy bajo y un producto delicioso.

Bravo y Condo (2015), en el trabajo de investigación realizado que lleva por título: Aprovechamiento de la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial. La pectina es una mezcla de polisacáridos que se utiliza como ingrediente en la industria alimentaria. En este estudio se comparó la pectina obtenida a partir de cáscaras de cacao y cáscaras de plátano. Para medir el contenido de pectina se utilizó el método de hidrólisis ácida y condiciones de extracción de pH 1,5 y 3 a 60 y 80 °C para ambas muestras. En las pruebas experimentales se utilizaron un kilogramo de cáscara de cacao y un kilogramo de cáscara de plátano. El examen de la materia prima reveló que la muestra de cáscara de cacao tiene un 6% de humedad, mientras que el contenido en cenizas de ambas muestras es del 8%, y sus densidades son las mismas. El mayor rendimiento de pectina de la cáscara de cacao fue de 2,817% a pH 3 y 60 °C, mientras que el mejor rendimiento de pectina de la cáscara de plátano fue de 2,575% a pH 1,5 y 60 °C. Se realizó un examen de espectroscopia infrarroja para confirmar la calidad de la pectina, y los resultados mostraron que la pectina de alto metoxilo procedente de cáscaras de cacao a pH 3 y 60 °C tenía el espectro G de gelificación más alto, con un 74,87%. Y la pectina de bajo metoxilo y gelificación lenta del espectro C, con una concentración del 31,69%, equivalente a la de las cáscaras de plátano a pH

3 y 60 °C. La pectina es de buen rendimiento y calidad, con el mayor contenido de metoxilo de las muestras, según los espectros. Por ello, la pectina se produce a partir de cáscaras de plátano y cacao y se utiliza en diversos sectores en los que es necesaria.

2.2. Generalidades de la pectina.

2.2.1. Generalidades.

Ferreira (2007), la pectina fue descubierta por Vauquelin en 1790, pero fue realmente caracterizada por Braconnot en 1825, quien la describió como “el principal agente gelificante en las frutas” y le dio el nombre de pectina en la cual se considera la pectina como el componente más importante de la pared celular al tiempo que se adentra en el conocimiento de su papel como agente nutricional y de gelificación en los alimentos.

La pectina es soluble en agua y que contienen los grupos carboxílicos del ácido poligalacturónico parcialmente esterificados con metanol y son capaces de formar geles en condiciones apropiadas. Pueden encontrarse en forma de ácidos. Comercialmente se extraen de las cáscaras de la naranja y de la pulpa de manzana o de remolacha con soluciones diluidas de ácido (pH 1,0 - 3,5 y a 70 ºC - 90 ºC) y precipitadas del extracto acuoso claro por etanol o isopropanol, El extracto ácido en ocasiones se somete a secado por atomización o en rodillos y se comercializa en polvo o se concentra y vende como extracto de pectina.

Según los reportes de Gamboa (2009). La lamela central de la pared celular, donde encontramos en mayor porcentaje concentraciones de pectina libres, disminuye gradualmente su contenido hacia la membrana plasmática. Las

plantas dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas las tienen como un tercio de sus paredes celulares. Las pectinas tienen una función adhesiva y lubricante en las paredes celulares de las plantas superiores; afectan a la textura y maduración de los frutos, así como al crecimiento de las plantas. También contribuyen significativamente a los componentes estructurales de los tejidos blandos (celulosa, raíces carnosas y parénquima del fruto), y permiten que la pared celular absorba enormes cantidades de agua.

2.2.2. Aplicación de la pectina.

Según menciona Edgerton (1958), las regiones tropicales y subtropicales del sudeste asiático son el lugar de origen de la caña de azúcar. En uno de sus numerosos viajes, Alejandro Magno la llevó a Persia en una de sus muchas expediciones, y los árabes introdujeron el cultivo de la caña de azúcar en Siria, Palestina, Arabia y Egipto en el siglo VII de nuestra era. Sin embargo, fue en el norte de África donde se empezó a dominar la extracción de la caña de azúcar y su posterior refinamiento.

2.2.3. Clasificación.

Según Gamboa (2009). El término "pectina" puede utilizarse para referirse a las protopectinas, los ácidos pécticos, los ácidos pectínicos y la pectina. Las pectinas pueden clasificarse en función de las alteraciones que sufren en su cadena principal.

Protopectina: Se describen como las sustancias pécticas que se encuentran en los tejidos vegetales y son insolubles en agua y de las cuales posteriormente se forman las sustancias pécticas solubles por procesos de hidrólisis (Gamboa, 2009).

Ácidos pectinico: Son ácidos poligalacturónicos esterificados con grupos carboxilo C6 y contienen cantidades variables de grupos metilo. Los pectinatos, que son las sales de los ácidos pectínicos, tienen la capacidad de gelificarse con ácidos, azúcares y, cuando la concentración de metilo es muy baja, con sales de calcio (Gamboa, 2009).

Ácidos pécticos: También se conocen como ácidos poligalacturónicos y son galacturonatos desprovistos de grupos metilo. Ácidos poligalacturónicos o pectatos son los nombres de sus sales (Gamboa, 2009).

Pectinas: Se trata de ácidos pectínicos hidrosolubles con diversos contenidos de metoxilo y grados de neutralización que constituyen la mayoría de estos compuestos pécticos de composición variable. En las circunstancias adecuadas, pueden combinarse con ácidos y azúcares para generar geles. Normalmente, se utiliza metanol para esterificar entre el 60 y el 70 por ciento de los grupos carboxilo de estas moléculas (Gamboa, 2009).

2.2.4. Métodos de aislamiento de extracción.

La extracción de pectina se describe como un proceso fisicoquímico que implica varias etapas de hidrólisis, extracción de macromoléculas de pectina del

tejido vegetal y solubilización de esas macromoléculas en el disolvente a granel.

Todas estas etapas tienen lugar de forma continua y están influidas por diversos parámetros del proceso, principalmente la temperatura, el pH y el tiempo.

Se han utilizado numerosas técnicas para extraer pectinas, incluidos métodos convencionales como la extracción por vapor y la hidrodestilación, así como métodos no convencionales como la EAM y el método industrial ampliamente utilizado de extracción por hidratación-ácido.

Extracción Asistida por Microondas (EAM): La base del método de extracción asistida por microondas es la transferencia eficaz de las sustancias químicas objetivo de la muestra a un disolvente adecuado utilizando energía de microondas. También es un método que utiliza cantidades modestas de disolvente y permite controlar diversos factores que influyen en la eficacia de la extracción (Seixas et al., 2014).

Extracción por hidrólisis ácida: Baltazar et al., (2013); citado por Avila, (2019), señala que el método extracción por hidrólisis ácida consiste en someter al sustrato a una cocción en medio ácido, posterior filtración y purificación, con lo cual se logra separar la pectina presente del resto de compuestos de las cáscaras, para luego secarla y molerla hasta tener un fino polvo listo para comercializarlo. Se lleva a cabo por diferentes operaciones como son:

Hidrólisis Ácida: El material sólido se mezcla con la misma cantidad de agua que se utilizó al principio. A continuación, se añade ácido sulfúrico, ácido nítrico o, preferiblemente, ácido clorhídrico a esta solución hasta que tenga un pH comprendido entre 1 y 3. La solución se calienta durante 60 minutos mientras

se agita constantemente para mantener la temperatura ideal entre 70 y 80 °C. (Baltazar et al., 2013; citado por Avila, 2019).

Precipitación: Lo mejor es utilizar sales o alcoholes durante la fase de precipitación de la pectina. Para el sector alimentario se aconseja utilizar una cantidad de alcohol igual al 80% de la solución que debe precipitar. Para esta etapa del procedimiento se aplicará etanol al 95 o 96% (Baltazar et al., 2013; citado por Avila, 2019).

Extracción enzimática de pectinas: La pectinesterasa, también conocida como pectina metilesterasa, se utiliza en el enfoque enzimático para cambiar las pectinas de alto metoxilo en pectinas de bajo metoxilo sin despolimerizar la molécula de pectina (Cedeño, 2019).

2.3. Generalidades del cacao *(Theobroma cacao).*

El 60% de los tipos de cacao del mundo se cultivan en Perú, una de las principales naciones productoras de chocolate. La mayor parte de los 16 departamentos del país dedicados al cultivo del cacao se concentran en siete de ellos: San Martín, Junín, Cusco, Ucayali, Huánuco, Ayacucho y Amazonas. Estos departamentos representan el 96% de la producción total del país. La región de Piura también está consolidando su reputación como productora de cacao blanco de primera calidad, que se distingue por su aroma, sabor y baja acidez (MIDAGRI, 2022).

Un área de cosecha de 146,8 mil hectáreas produjo 153 mil toneladas de cacao en 2020. Es significativo destacar que Perú es el tercer productor y exportador de cacao fino y de aroma de América Latina, solo por detrás de Brasil

exportador de cacao fino y de aroma de América Latina, solo por detrás de Brasil y Ecuador, y el segundo productor mundial de cacao orgánico, según la Organización Internacional del Cacao (ICCO) (MIDAGRI, 2022).

El "Estudio de Vigilancia Tecnológica en el Cultivo del Cacao" fue creado por el Área de Información y Vigilancia Tecnológica Agraria de la Dirección de Gestión de la Innovación Agraria del INIA. Su objetivo es presentar el escenario nacional e internacional de investigación y desarrollo tecnológico, dar a conocer las nuevas tecnologías, tendencias y líderes tecnológicos enfocados al cultivo del cacao, y hacerlo mediante el análisis de patentes, publicaciones científicas y proyectos de investigación. Con la finalidad de generar nuevas sugerencias para la investigación y desarrollo de tecnologías de alto impacto en el sector agrícola del Perú, este estudio está dirigido a investigadores, gestores de I+D+i de la institución y actores del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA). (MIDAGRI, 2022).

2.3.1. Historia.

En un triángulo formado por Colombia, Ecuador y Perú, el valle superior del río Amazonas es donde apareció por primera vez el cacao *(Theobroma cacao).* Los aztecas de Centroamérica fueron su cúspide cultural, y acabó llegando a Europa, donde finalmente se consumió de forma generalizada.

2.3.2. Taxonomía.

Theobroma cacao L. pertenece a la familia de las esterculiáceas. En el género Theobroma se encuentran otras veinte especies, todas autóctonas de América tropical. Sólo T. pentagona Bern., que se encuentra en México,

Nicaragua y Guatemala, tiene importancia económica (Ochse et al., 1985). El cacao es una especie vegetal cuya clasificación taxonómica es la siguiente:

- Sub reino: Embriophyta.
- División: Antophyta.
- Clase: Dicotiledónea.
- Orden: Malvales.
- Familia: Esterculiácea.
- Especie: Theobroma cacao L.

2.3.3. Variedades o tipos de cacao.

La forma de la vaina, el color de la flor, la forma de la semilla, así como su color y sabor, sirven para identificar el cacao (Cacaomovil, 2023).

Cacao Criollo: El cacao criollo destaca por sus frutos alargados y acabados en punta. Semillas redondas, dulces y sabrosas con una delicada cáscara que van del blanco al violeta. Los 10 surcos distintos que recorren de dos en dos la longitud de la vaina ayudan a identificarlo.

Cinco de estos surcos tienen espinas salientes, están arrugados y son más profundos. Por su alto contenido en grasa y sus semillas blancas de sabor dulce, el haba confiere al chocolate un mayor sabor y aroma.

La fruta del cacao, existen semillas o granos criollos de mayor calidad. Tiene un mercado diferenciado y es más asequible. En todo el mundo se produce relativamente poco de este cacao. Hoy en día, el cacao criollo es popular porque es un cacao de alta calidad y porque es lo bastante flexible como para responder a muchos factores medio ambientales.

Cacao forastero: El cacao forastero se caracteriza por sus frutos redondos, lisos, de cáscara dura y de granos aplanados de color morado y sabor amargo.

Cacao hídrico acriollado: El cacao híbrido criollo se crea apareando varias plantas que han sido investigadas y elegidas como las mejores por su calidad superior de semilla, sus altos niveles de productividad y su resistencia a las enfermedades. La semilla tiene mucha manteca y un gran sabor a chocolate.

La forma del fruto puede variar desde el cundeamor, una mazorca alargada con una base estrecha, hasta la angoleta, una mazorca alargada con un extremo puntiagudo, y ambas tienen la piel lisa cubierta de 10 estrías. Las espinas son rugosas, dobles, brotadas y terminan en una punta pequeña y puntiaguda.

El color de la mazorca puede ser verde o rojiza. Las semillas son de color blanco, crema o violeta pálido y puede encontrarse en la misma mazorca una combinación de estos colores.

Cacao híbrido intermedio: Cacao híbrido intermedio enorme y con surcos bastante profundos, las orejas son grandes. La cáscara es considerable, bastante rugosa y carece de surcos dobles. Las semillas pueden ser todas moradas o una mezcla de moradas y blancas.

Cacao hídrico forastero: Forastero Cacao híbrido, Las mazorcas son redondas, aplastadas (esféricas con una superficie lisa) o en forma de panal (mazorca ovalada). Tienen una cáscara lisa y resistente. Sus semillas suelen ser de color púrpura, diminutas, planas y amargas.

Tiene un defecto. Las semillas blancas y la forma esférica distinguen al cacao forastero, comúnmente conocido como Catongo. Presenta una mutación que transmite a la flor y a la semilla el rasgo de pigmentación blanca o albinismo. A menudo, la semilla se confunde con la del cacao criollo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Lugar de ejecución de la investigación.

El desarrollo de este trabajo de investigación para la extracción y análisis de la pectina de la cáscara de cacao CCN-51, se realizó en dos etapas:

En su etapa de campo, para la obtención de los residuos de mazorca de cacao CCN-51, en la C.F.B Km 101 interior margen izquierdo 5 Km Caserío Nuevo Bellavista localizado en el distrito de Irazola - San Alejandro en la finca del Sr. Nicéforo Agüero Rojas, la parcela se ubica en las siguientes coordenadas UTM: 18L Este: 0482703 y Norte: 9017126, a una altura de 300.

La segunda etapa de acondicionamiento, extracción y análisis, se realizó, en los ambientes de los laboratorios especializados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y en el Taller de Tecnología de Industria de Aceites y Grasas, laboratorio lácteo de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.2. Materia prima.

La materia prima utilizada en este estudio se recolectaron de la C.F.B Km 101 interior margen izquierdo 5 Km Caserío Nuevo Bellavista localizado en el distrito de Irazola - San Alejandro en la finca del Sr. Nicéforo Agüero Rojas.

3.3. Materiales, equipos y reactivos.

3.3.1. Materiales.

Materiales de campo: Se emplearon bandejas con cap. 20 kg sacos con cap. 50 kg, plumón marcador, libreta de apuntes y cámara.

Materiales de proceso: Se utilizaron tablas de picar 20 x 30 cm, cuchillo de acero inoxidable, cucharas grandes, jarra graduada de plástico x 2 L, bandeja de plástico x 20 Kg, bolsas de plástico, ollas x 10 L.

Materiales de laboratorio: Pipeta graduada x 5 y 10 mL, Matraz Erlenmeyer de 250 y 100 mL, vasos precipitados de 250 mL, probeta de 100 mL, placas Petri, campana de desecación (cap. x 2L aproximadamente), papel aluminio, guates de látex, pinzas de metal, taper de polietileno, cernidor de plástico (2 mm aproximadamente), bolsas de plástico con cierre hermético Ziploc, crisoles, cinta MK.

3.3.2. Equipos e instrumentos.

Los equipos e instrumentos utilizados fueron: Balanza analítica, estufa deshidratadora, cocina eléctrica, refractómetro portátil, baño maría, molino manual, centrifugador y sellador de bolsas.

3.3.3. Reactivos.

Los reactivos empleados en este estudio fueron Alcohol 96° y ácido cítrico.

3.4. Metodología Experimental.

3.4.1. Flujograma para la extracción de pectina de la cáscara de cacao CCN-51

Para obtener la pectina a partir de la cáscara de cacao CCN-51, se siguió

el flujograma de acuerdo a Muñoz (2012); citado por Del Águila y Zegarra (2016), con ciertos ajustes que propone el presente trabajo de investigación.

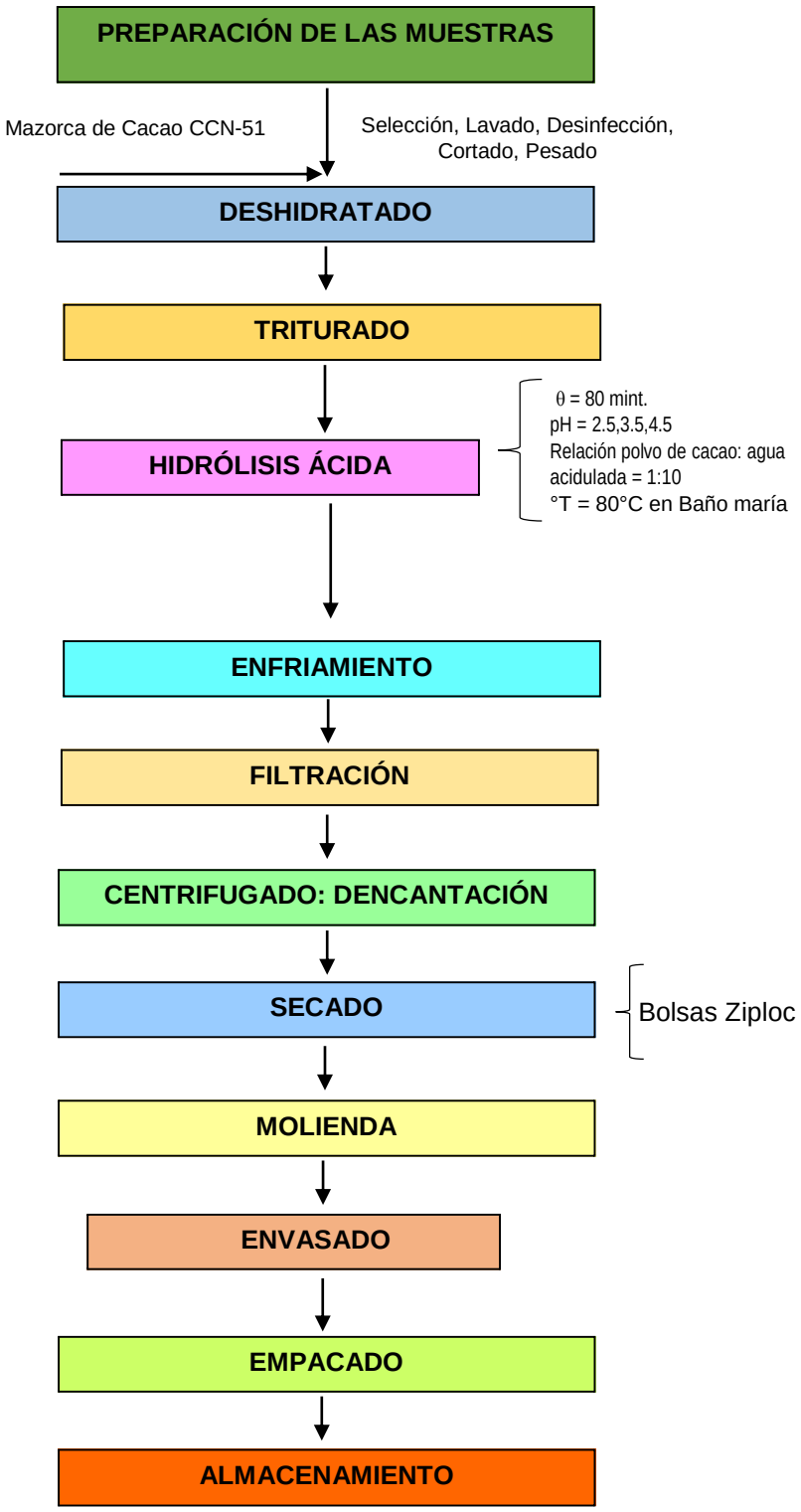


Figura 1. Flujograma para la extracción de pectina – CCN-51.

3.4.2. Descripción de la extracción de pectina a partir de cáscara de cacao CCN-51, por hidrólisis ácida.

Recepción de la Materia prima: Los residuos de cáscara de cacao procedentes de la hacienda del Sr. Nicéforo Agüero, fueron transportadas a las instalaciones del laboratorio especializado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, posteriormente fueron seleccionadas, lavadas primero con agua potable y luego fueron desinfectadas con agua clorada a una concentración de 30 ppm para quitar las sustancias extrañas (tierra, insecticidas, pelos, insectos, gérmenes, etc.). Posteriormente, fueron cortadas transversalmente en mitades; finalmente, las cáscaras fueron pesadas y se cortaron en trozos pequeños.

Deshidratado: Los trozos pequeños de 0.5 x 0.5 cm aprox, se deshidrataron hasta lograr un contenido de humedad de aproximadamente 11%.

Triturado: Los trozos secos se molieron hasta una granulometría de 40 mesh o 0.400 mm con la ayuda un molino manual y se colocó en envases de plástico que fueron sellados herméticamente y almacenados a temperatura ambiente para su uso posterior.

Hidrólisis ácida: El polvo de la cáscara de cacao que se obtuvo, se sometió a hidrólisis ácida por el método abierto durante 80 minutos, adicionando agua acidulada utilizando el ácido cítrico, en una relación polvo de cáscara de cacao/agua acidulada de 1:10 es decir 10 g de polvo de cáscara de cacao y 100 mL de agua acidulada a temperaturas de 80 °C y agitación constante en baño maría.

Enfriamiento: Luego de transcurrido el tiempo de hidrólisis ácida, se enfrió la mezcla a 10 °C para minimizar la degradación de la pectina por el calor.

Filtración: Se filtró en una tela de algodón fino, ayudando en la operación mediante presión manual.

Precipitación: La fase acuosa que resultó del proceso de filtrado se precipitó utilizando etanol comercial al 96%. La cantidad empleada de etanol correspondió al 80% del volumen de filtrado que se obtuvo.

Centrifugado/Decantación: Se separaron la pectina precipitada en el vaso de vidrio, donde se observó dos fases, luego se optimizó la obtención de pectina se sometió a una centrifugadora a 6000 rpm durante 40 min a temperatura ambiente, se observó la separación de la pectina (húmeda) y una mezcla etanol-agua.

Secado: La pectina húmeda se secó en una estufa, hasta lograr un porcentaje de humedad en la pectina del 15%.

Molienda: Una vez seca la pectina se procedió a la molienda, la cual se realizó en un molino manual hasta pulverización total, la cual se usó un tamiz de 50 mesh o 0.297 mm.

Envasado: Se realizó en bolsas con dispositivos de cierre hermético (Ziploc) para garantizar su estabilidad.

Empacado: Las bolsas selladas con las pectinas obtenidas, se empacaron en una caja de cartón.

Almacenamiento: La pectina empacada se llevó a almacenar en un lugar seco y fresco a temperatura ambiente. Para sus posteriores análisis de laboratorio.

3.5. Métodos de Análisis.

Para el desarrollo de los análisis de características fisicoquímicas, de la pectina obtenida de la cáscara de cacao CCN-51, por hidrólisis ácida, fueron llevadas a cabo en el laboratorio especializado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, en la Universidad Nacional de Ucayali, empleado los siguientes protocolos:

3.5.1. Análisis fisicoquímicos.

- Rendimiento de la pectina extraída expresado en porcentaje. Según la metodología de Seggiani et al. (2009) (Ver Anexo 1).
- Porcentaje de metoxilo (%Me). Según la metodología de Owens et al. (1952); citado por Del Águila y Zegarra (2016). (Ver Anexo 1).
- Porcentaje del grado de esterificación (%Ge). Según la metodología de Owens et al. (1952); citado por Del Águila y Zegarra (2016). (Ver Anexo 1).
- Porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (%AGA) Según la metodología de Owens et al. (1952); citado por Del Águila y Zegarra (2016). (Ver Anexo 1).

3.6. Diseño estadístico.

3.6.1. Análisis de varianza DCA - Extracción de pectina.

Para el análisis de varianza, por hidrólisis ácida, sé utilizo un DCA (Diseño Completo al Azar), y para la comparación de promedios de rango de medias se utilizó una prueba de Tukey con un 95% de nivel de confianza, de existir diferencia significativa, los resultados fueron procesados en el software estadístico R Studio 2021.

$$Y_{ijk} = \mu + Ti + P_j + (TxP)_{ij} + Ei_{jk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Observaciones.

μ : Efecto de la media general.

T_i : Efecto de la temperatura.

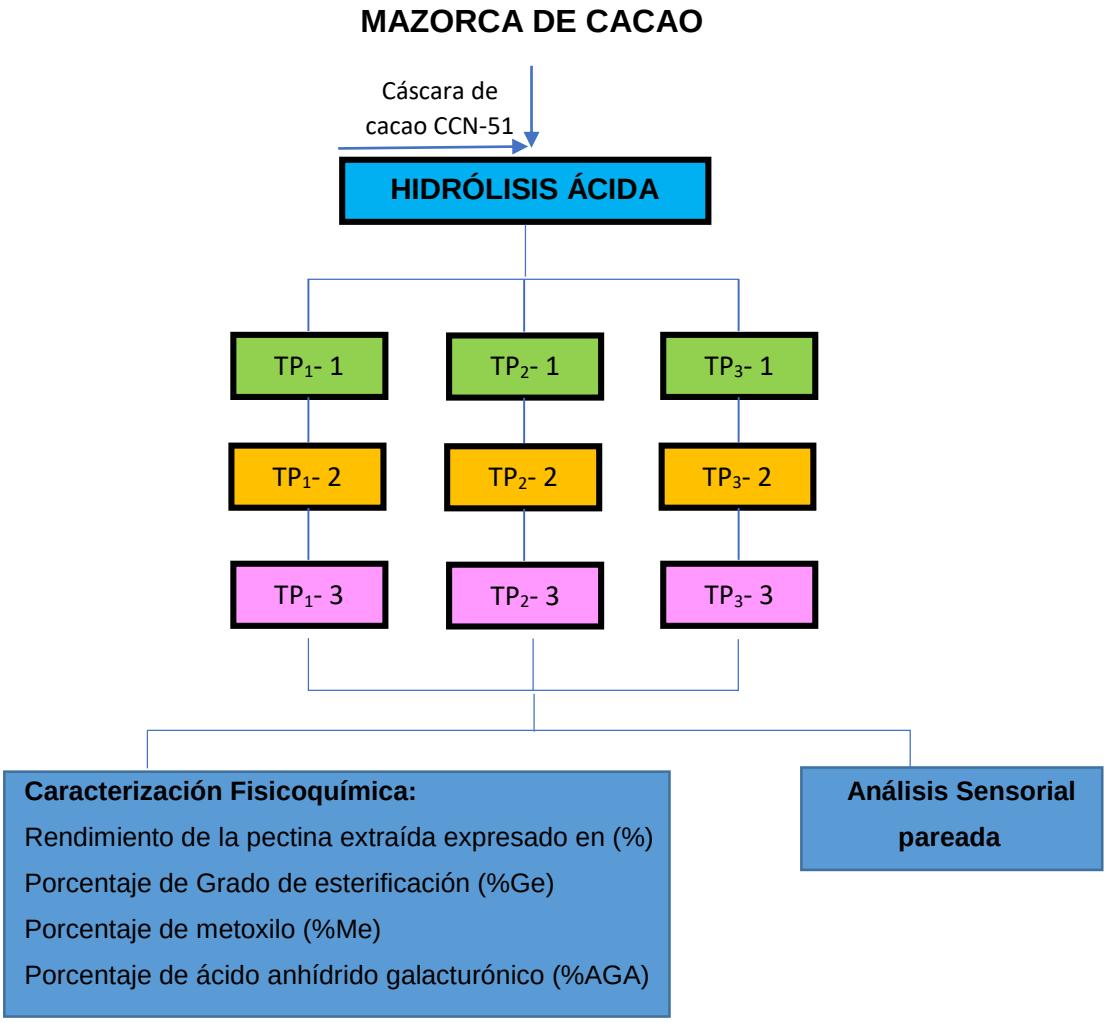
P_j : Efecto del tiempo de pasteurización.

$(TxP)_{ij}$: Efecto de la interacción.

E_{ijk} : Error experimental.

3.6.2. Tratamientos experimentales.

El esquema experimental de un factorial pH utilizado en el estudio se describe a continuación:



TP_1: Ácido cítrico a un pH de 2 en cáscara de cacao CCN-51; **TP_2:** Ácido cítrico a un pH de 3 en cáscara de cacao CCN-51; **TP_3:** Ácido cítrico a un pH de 4 en cáscara de cacao CCN-51.

1,2, 3: Repeticiones.

Figura 2. Esquema experimental de un factorial.

Los tratamientos experimentales durante la ejecución del presente trabajo de investigación, es someter la muestra en un proceso hidrólisis ácida a tres diferentes concentraciones de pH (2.5; 3.5; 4.5) con tres repeticiones cada uno.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales en estudio.

Muestra	Factor "A" – pH ácido cítrico	Replicas		
Cáscara de cacao deshidratado al 10% H.	TP_1- = 2.5 pH	TP_1	TP_1	TP_1
	TP_2- = 3.5 pH	TP_2	TP_2	TP_2
	TP_3- = 4.5 pH	TP_3	TP_3	TP_3

3.6.3. Programa estadístico.

El análisis estadístico de la presente investigación fue sometido mediante el programa estadístico Statgraphics centurión versión 17, el cual cuenta con un sistema operativo para Windows. También se aplicó el análisis de F o análisis de varianza y las comparaciones múltiples de Tukey para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos experimentales en estudio.

3.6.4. Tipo de investigación.

Es una investigación experimental descriptiva, porque se utilizó un método de análisis, la cual se logró caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalando sus características fisicoquímicas y sus propiedades.

3.6.5. Población y muestra.

La materia prima empleada fue cáscara de cacao CCN-51 que se recolectaron del Caserío Nuevo Bellavista localizado en el distrito de Irazola - San Alejandro en la finca del Sr. Nicéforo Agüero Rojas, la parcela se ubica en las siguientes coordenadas UTM: 18L Este: 0482703 y Norte: 9017126, a una

altura de 300 m.s.n.m, se referencia que se trabajó únicamente con una (01) hectárea, la cual da una cosecha de 700 Kg de cacao/ha año de fruto entero, en ese sentido la cáscara representa el 52 – 76% del total de la fruta, lo que indica que por una hectárea se obtiene en promedio de 12,133.940 Kg de cáscara de cacao fresco.

La muestra para obtener la pectina para este trabajo de investigación fue la cantidad de cáscara de cacao CCN-51 seco al 11% y se consideró 50 g para todas las unidades experimentales.

Cuadro 2. Cantidad de cáscara en cada ajuste de pH.

Cantidad de cáscara en cada ajuste de pH con 3 repeticiones cada una		
pH (2.5)	**pH (3.5)**	**pH (4.5)**
1TP = 50 g	1TP = 50 g	1TP = 50 g
2TP = 50 g	2TP = 50 g	2TP = 50 g
3TP = 50 g	3TP = 50 g	3TP = 50 g

Se tomó como referencia los antecedentes de la investigación de Cedeño (2019). Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao *(Theobroma cacao L.)* en la elaboración de mermelada. Donde indica que por cada 80 g de cáscara se obtiene un promedio de 1.75 – 1.80 g de pectina deshidratada.

3.7. Variables independientes y variables dependientes.

3.7.1. Variables independientes.

Las variables independientes del presente trabajo de investigación fueron un solo factor de estudio, en las tres diferentes concentraciones de pH (2.5; 3.5; 4.5).

Factor “A”.

pH = 2.5

pH = 3.5

pH = 4.5

3.7.2. Variables dependientes.

Dichas variables responden a los análisis correspondientes para los tratamientos en estudio.

Análisis fisicoquímicos:

- Rendimiento de la pectina extraída expresado en (%).
- Porcentaje de Grado de esterificación (%Ge).
- Porcentaje de metoxilo (%Me).
- Porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (%AGA).

3.8. Análisis sensorial – pareadas.

Su aplicación fue en la elaboración de una mermelada de piña Golden, que se realizó en los ambientes de los laboratorios especializados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Ucayali, con la ayuda de la Norma Técnica Peruana - NTP 203.047 1991 - producción de mermelada de frutas desde la terminología hasta el envasado de la misma, las mermeladas que se elaboraron fueron de piña Golden (*Ananas comosus),* utilizando pectina extraída y la pectina comercial.

3.8.1. Diagrama para la elaboración de mermelada de piña Golden (*Ananas comosus).*

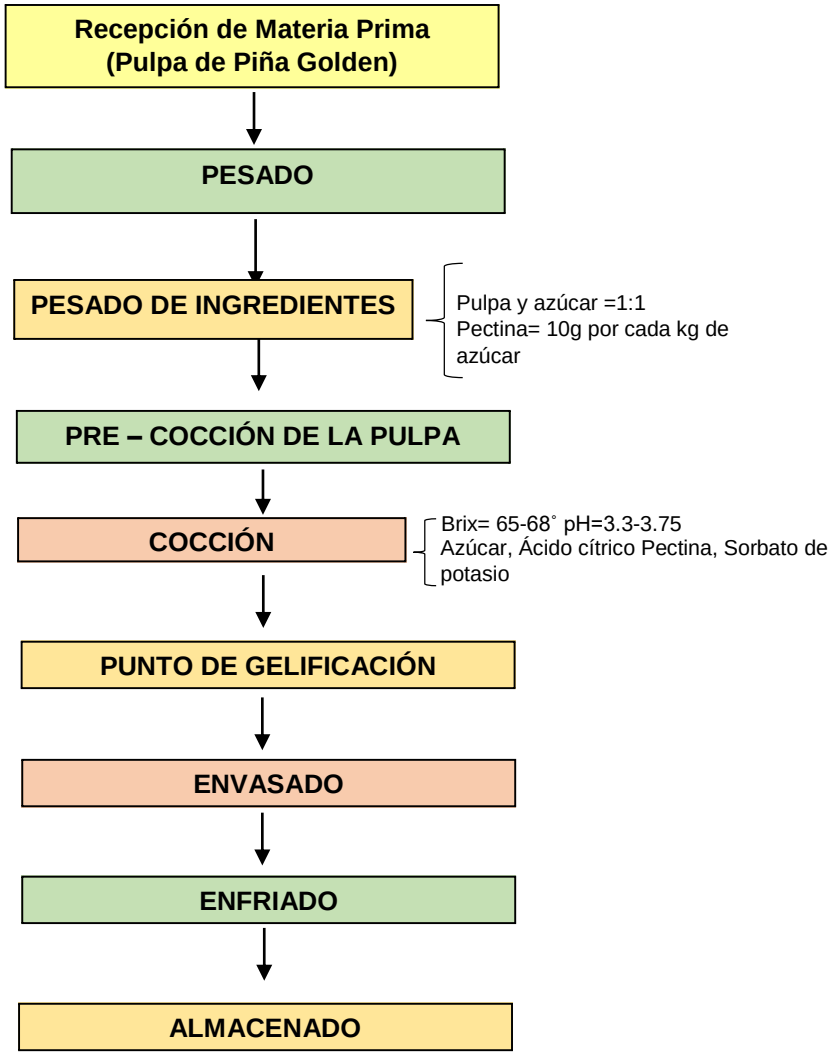


Figura 3. Diagrama de flujo para elaboración de una mermelada de piña Golden *(Ananas comosus).*

3.8.2. Descripción de las operaciones para la elaboración de una mermelada de piña.

Recepción de la materia prima: La pulpa de piña tiene que tener la acidez adecuada para elaborar mermeladas de un pH de 3.0 a 3.5 La cantidad de ácido cítrico a incorporar se calcula según el pH de la pulpa.

Pesado: La pulpa de piña es pesada, la cantidad nos servirá para calcular la cantidad de cada insumo a utilizar. La relación entre la pulpa de piña y azúcar es 1:1, y la cantidad de pectina que se incorporó fue de 10 g por cada kg de azúcar.

Pre – cocción: La pulpa necesita llegar a una temperatura entre los 35° y 45 °C durante un tiempo de 15 minutos. La pulpa se cuece lentamente antes de añadir el azúcar, la pre-cocción tiene como finalidad romper las membranas celulares de la pulpa si es necesario se le agrega agua para evitar que se queme la misma que dependerá de la cantidad de agua que contenga la pulpa. Cuanto más madura sea la fruta menos agua se agrega para reblandecerla y cocerla.

Cocción: La pulpa tiene que hervir lento con suavidad hasta que el producto quede reducido a pulpa concentrado. Se procede a agregar la mitad de azúcar a la pulpa, la azúcar se añade en 2 partes:

- **Concentrado I:** Añadir la mitad del azúcar total y posteriormente llevar la mermelada hasta 60-65 °C.
- **Concentrado II:** Se añade la otra mirad de azúcar con la pectina, ácido cítrico y el conservante (Sorbato de potasio) mezclados, manteniendo la temperatura de 60-65 °C.

Punto de gelificación: La cocción finaliza cuando se obtiene el porcentaje de sólidos solubles requerido, comprendido entre 65-68%. Para la determinación del punto de cocción final se deben tomar muestras cada cierto momento hasta lograr la concentración correcta de azúcar y de tal manera obtener una buena gelificación de la mermelada. Este punto final de cocción se puede obtener mediante el uso de los siguientes métodos prácticos:

- **Prueba de la gota en el vaso con agua:** Consiste en colocar gotas de mermelada dentro de un vaso con agua. El indicador es que la gota de mermelada caiga al fondo sin desintegrarse.
- **Prueba del refractómetro:** Utilizamos una cuchara para extraer un poco de mermelada. Se enfría a temperatura ambiente y con la ayuda del refractómetro se coloca la muestra, se cierra y se procede a medir. El punto final de la mermelada será cuando marque 65 °Brix.

Envasado: Se realizó en caliente a una temperatura no menor a los 80 °C a está temperatura mejora la fluidez de la mermelada durante el llenado en los envases y permite la formación de un sellado al vacío adecuado por efecto de la contracción de la mermelada una vez que ha enfriado. Se realiza el llenado al ras del envase, inmediatamente se cierra la tapa y se voltea el envase con la finalidad de esterilizar la tapa. Se mantiene en esta posición el envase por espacio de 3 - 5 minutos y luego se voltea el frasco cuidadosamente.

Enfriado: El producto envasado y cerrado procede a enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase. El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir realizar la limpieza exterior de los envases de algunos residuos de mermelada que se hubieran impregnado.

Almacenado: El producto final se almacenó en un lugar fresco, limpio y seco; en un lugar con suficiente ventilación con el fin de garantizar el correcto almacenado y conservación del producto hasta el momento de su comercialización al mercado.

3.9. Análisis sensorial – pareada.

Consiste en comparar dos muestras una al lado de la otra para ver si hay alguna diferencia perceptible entre ellas. Se puede ofrecer un par o una serie de pares, teniendo en cuenta que la única forma de separarlos es mediante la variable investigada. Cada muestra se presenta en un orden equilibrado con un código, asegurándose de que en cada muestra aparezca el mismo número de veces tanto en la posición derecha como en la izquierda del par. La prueba es sencilla de administrar, sólo se necesita unas pocas muestras y la tasa de deserción de jueces es bastante baja.

Para esta evaluación se probaron las mermeladas elaboradas con pectina comercial y la mermelada elaborada con pectina de cáscara de cacao, ambas con propiedades fisicoquímicas mejoradas. Además, se tuvo en cuenta un horario razonable y el rango de edad de los evaluadores, que oscila entre los 19 y los 25 años. Antes del inicio de la evaluación, los evaluadores debieron abstenerse de fumar durante al menos 30 minutos y de comer cualquier cosa.

Se redactaron y se entregó la hoja de evaluación para las pruebas con instrucciones claras. A los evaluadores se les pidió su participación anticipadamente, explicándoles en que consiste la evaluación de manera clara y recordándoles la responsabilidad que ellos tienen como evaluadores. Se reclutaron 40 panelistas no entrenados que evaluaron el grado de satisfacción de dos muestras de mermelada debidamente codificadas, los resultados obtenidos de las evaluaciones de los panelistas fueron recolectados y seguidamente analizados utilizando la tabla de significancia de dos pruebas.

3.10. Operacionalización de las variables.

Cuadro 3. Operacionalización de las variables y tipo de evaluación sensorial.

Extracción de pectina por el método de hidrólisis ácida con tres ajustes de pH en ácido cítrico; a partir de cáscara de cacao CCN-51 *(Theobroma cacao L.*), en Pucallpa y el tipo de Evaluación Sensorial.

T	Variables	Sub variables	Indicadores/ Metodología
I	Hidrólisis Ácida (Medio Acidificante) a un pH de 2.5, 3.5, 4.5	• Ácido Cítrico.	**TP 1**= Ácido cítrico a un pH de 2.5 en cáscara de cacao CCN-51. **TP 2** = Ácido cítrico a un pH de 3.5 en cáscara de cacao CCN-51. **TP 3** = Ácido cítrico a un pH de 4.5 en cáscara de cacao CCN-51.
D	Análisis fisicoquímicos	• Rendimiento de pectina extraída expresado en porcentaje (%). • Porcentaje de Grado de esterificación (% Ge). • Porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (%AAG). • Porcentaje de metoxilo (% Me).	Seggiani et al. (2009). Owens et al. (1952) citado por Del Águila y Zegarra (2016)
	Evaluación Sensorial	• Pectina extraída con mejor características fisicoquímicas vs pectina comercial.	Pareada (Discriminatoria)

T: Tipo**; I:** Independiente**; D:** Dependiente **y** Evaluación Sensorial.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Estudio de la materia prima.

- Cacao CCN-51 *(Theobroma cacao L.).*
- Piña Golden (*Ananas comosus L.).*

4.1.1. Medidas físicas o biométricas.

Antes de realizar el proceso de extracción de pectina de la cáscara de cacao CCN-51 y posteriormente la elaboración de una mermelada de piña añadiendo o utilizando la pectina que se obtuvo, se procedió a realizar el análisis biométricos de las frutas.

Cuadro 4. Características biométricas del fruto de cacao CCN-51 y piña Golden.

Cacao CCN-51		Piña Golden	
Descripción	**Cantidad**	**Descripción**	**Cantidad**
Forma	Esférico alargado	Peso	2.74 kg
Color	Purpura amarillento	Longitud Fruta	22.900 cm
Largo	25 – 30 cm	Longitud de Corona	18.100 cm
Ancho	11 – 12 cm	Profundidad ojos	0.40 cm
Peso	400 – 800 g	Diámetro fruta	11.9 cm
Endocarpio	1.5 – 2 cm grosor	Diámetro Central	3.2 cm
Semilla	Largo 15 – 20 mm		
	Ancho 11 – 15 mm		
	Grosor 5 – 10 mm		

Rodríguez et al., (2016), nos mencionan las siguientes características biométricas de la piña Golden, longitud 15.15 cm, diámetro 11 cm, longitud de corona 18.5 cm, profundidad de ojos 0.35 cm, diámetro central 2.6 cm. Mientras

que Garcidueñas (2013), nos menciona que MD-2 da un fruto grande (1.3 a 2.5 kg), con grandes ojos planos y un intenso color amarillo anaranjado. La pulpa es amarillo claro, dulce, compacta y fibrosa.

Nicolas, Asunción, La Torre y Maximilian (2011), indican que; el fruto es una baya grande (mazorca), polimorfa, esférico a fusiforme, púrpura o amarillo en la madurez, glabro, 10-20 (-35) cm de largo y ca. 7 cm ancho, 200-1000 g de peso y con 5-10 surcos longitudinales. El endocarpo es de 4-8 mm de grosor, duro y carnoso, y leñoso 4 D38/08-19. Hoja botánica: Cacao - botconsult GmbH en estado seco. Las semillas son café-rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas, ca. 20-30 (-50) mm de largo, 12-16 mm de ancho y 7-12 mm de grosor.

4.2. Análisis fisicoquímicos de la pectina.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se desarrollaron los análisis químicos de la pectina extraída de la cáscara de cacao CCN-51, Durante el proceso de extracción se aplicó el mismo método, pero con tres (03) diferentes concentraciones de pH al 2.5; 3.5; 4.5, en ácido cítrico. Los parámetros fisicoquímicos a evaluar durante el periodo de investigación fueron: Rendimiento de pectina extraída expresado en porcentaje (%), Porcentaje de Grado de esterificación (%Ge), Porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (%AAG), Porcentaje de metoxilo (% Me).

4.2.1. Rendimiento de la muestra para la extracción de pectina.

Para la extracción de pectina de la cáscara de cacao CNN-51, se realizó las tomas y/o apuntes de los componentes: mazorca, mazorca pelada o limpia,

con el propósito o la finalidad de saber el rendimiento de ello al extraer la pectina. Para esta operación se trabajó de manera manual, utilizando instrumentos mecánicos y teniendo en cuidado pertinente de no generar demasiada merma y no se obtengan datos diferentes al compararlos con los antecedentes.

Cuadro 5. Balance de materia de la cáscara para la extracción de pectina.

Proceso	Entra (kg)	Sale (kg)	Continua (kg)	Rendimiento (%)
Fruta entera	13.60	0.00	13.60	100.0
Mazorca sin semilla	13.60	3.60	10.00	73.52
Mazorca pelada o limpia	10.00	4.80	5.20	49.11
Mazorca deshidratada al 11% de H.	5.20	4.25	0.950	6.9

Con los datos mostrados en el cuadro 5, la muestra húmeda a trabajar fue de 10.00 kg en total, posteriormente la muestra es sometida a un proceso de deshidratación al 11% de humedad, quedando una cantidad de 0.950 kg de muestra seca.

La DRAU (2014); citado por Chan y Choo (2013), señala que, por una hectárea cosechada, se obtiene aproximadamente 700 Kg de fruta. En ese sentido, considerando lo mencionado por Chan y Choo (2013), en promedio la “cáscara” representa el 52 - 76% del total de la mazorca, lo que indicaría que por una hectárea se obtiene un promedio de 490 Kg de cáscara de cacao, mientras que solo 210 Kg se utiliza en la industria chocolatera. Comparando con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, donde sacamos el rendimiento de la muestra para la extracción de pectina.

Cuadro 6. Datos según antecedentes de cáscara por hectárea cosechada.

	Cantidad
1 Hectárea	700 kg de fruta cosechado
Semilla	210 kg
Mazorca sin semilla	490 kg

4.2.2. Rendimiento de pectina extraída.

Los resultados mostrados en el cuadro anterior, la cantidad de muestra seca al 11% de humedad es de 0.950 kg, está cantidad de muestra fueron pesados y almacenados en bolsas ziploc. Posteriormente, para cada tratamiento fue por cada 50 g de muestra seca, que fueron sometidas al proceso de hidrólisis ácida para la extracción de pectina.

Cuadro 7. Rendimiento de extracción de pectina por cada 50 g de muestra seca.

A.c. cítrico - pH	Cantidad de M. seca (g) 11% Humedad	Rendimiento (%)	Cantidad de pectina extraída en (g)
2.5	50.00	3.90	1.95
2.5	50.00	3.88	1.94
2.5	50.00	3.78	1.89
3.5	50.00	3.96	1.98
3.5	50.00	3.90	1.95
3.5	50.00	3.82	1.91
4.5	50.00	3.78	1.89
4.5	50.00	3.98	1.99
4.5	50.00	3.94	1.97

Cuadro 8. Promedio de los rendimientos de cada concentración de pH.

Concentración de pH	Promedio
2.5	3.85%
3.5	3.89%
4.5	3.90%

Según lo reportado por Cedeño (2019). Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao *(Theobroma cacao L.)* en la elaboración de mermelada, Ecuador 2019*.* Donde indica que por cada 80 g de cáscara se obtiene un promedio de 1.75 - 1.80 g expresado en porcentaje es de aproximadamente de un 3.65% de pectina deshidratada mientras que en el presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio de 3.88% de rendimiento de 50 g de muestra deshidratada, indicando que los resultados de ambos rendimientos en el presente trabajo de investigación se logra observar la similitud en el rendimiento, teniendo en cuenta que ambas extracciones se emplearon la misma metodología para obtener la pectina.

4.2.3. Análisis de varianza del rendimiento.

Según se muestra en el siguiente cuadro de análisis de varianza acerca de los tratamientos de pH ácido cítrico con tres concentraciones diferentes (2.5, 3.5 y 4.5 respectivamente) para la extracción de pectina de la cáscara de cacao deshidratada al 11%, el cual para el parámetro de rendimiento se utilizó materia en base seca aproximadamente 50 g de muestra, según los resultados estadísticos para el parámetro rendimiento indican que no existen diferencias estadísticamente significativas puesto que el P valor de la razón de Fc es mayor o igual que 0.05 el cual es el nivel de significancia para el presente estudio. Además, indica que no existen diferencias entre muestra y muestra trabajado a un nivel del 95.0% de confianza. Al no encontrarse diferencias entre las muestras en estudio, no se pude realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey porque no se evidencia diferencias entre muestras. Esto indica que la adición de ácido cítrico en diferentes pH no evidenciará mejorías en los

resultados en cuanto a rendimientos para la extracción de pectina de la cáscara de cacao CCN-51.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el rendimiento.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pv
Tratamientos	0.00382222	2	0.00191111	0.28	0.7631
Error	0.0405333	6	0.00675556	-	-
Total	0.0443556	8	-	-	-

El pv menos o igual que 0.05 para haber diferencias.

Cuadro 10. Comparación múltiple de Tukey para el rendimiento.

Tratamientos Ácido cítrico	Replicas	Media (%) *
T_1 = 2.5 pH	3	3.85 ± 0.205 [a]
T_2 = 3.5 pH		3.89 ± 0.205 [a]
T_3 = 4.5 pH		3.90 ± 0.205 [a]

Letras diferentes muestran diferencias significativas (p≤0,05).

4.2.4. Análisis químicos de la pectina extraída.

Tomando en cuenta los procedimientos que se encuentran en el Anexo 1, para los siguientes análisis: Porcentaje de Grado de esterificación (%Ge), Porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (% AAG), Porcentaje de metoxilo (% Me). Se tomaron apuntes de los resultados y fueron comparados con antecedentes vigentes. Tomando en cuenta que el método de extracción fue la misma para la obtención de pectina.

Cuadro 11. Análisis químicos de la pectina extraída.

Parámetros fisicoquímicos	Expresado en	Pectina
Grado de esterificación	%	0.36
Ácido anhídrido galacturónico	%	97.7
Metoxilo	%	7.4

La cáscara deshidratada al 11% de humedad, fue sometido a un proceso de hidrólisis ácido con tres (03) diferentes concentraciones de pH en ácido cítrico (2.5; 3.5; 4.5), en el cuadro siguiente se realiza una comparación de los análisis químicos de la pectina extraída con las especificaciones internacionales de la pectina comercial.

Cuadro 12. Características químicas de pectina de la cáscara de cacao CCN-51 y las especificaciones internaciones de la pectina comercial.

Características Fisicoquímicos	Pectina de la cascará de cacao CNN51	Especificaciones Internacionales
Metoxilo (%)	7.4%	Min. 6.70% (USP)
Grado de esterificación	0.36%	81.50%
Ácido anhidro Galacturónico	97.07%	Min. 74% (USP) Min. 65% (FAO/WHO)

USP= Farmacopea de Estados Unidos
FAO/WHO= Food & Agriculture Organization/World Health Org.

Las pectinas de las frutas, y en general de los materiales vegetales, varían en el contenido de metoxilo y el poder de gelificación, así como también en la presencia y las posiciones de otros grupos químicos como amidas y metoxilo. El contenido de metoxilo en las pectinas comerciales se encuentra

entre el 8 y el 11%, pueden formar geles con un contenido de 65% de sólidos solubles (azúcar). También varían en la longitud de la cadena y los elementos involucrados en su estructura, lo cual compromete su capacidad viscosante (Ferreira, 2007).

4.3. Análisis Sensorial – Pareada.

4.3.1. Mermelada de piña Golden.

Para el análisis sensorial se elaboró mermelada de piña Golden, utilizando la pectina que fue extraída de la cáscara de cacao CCN-51 y con la pectina comercial. Para ambas preparaciones se emplearon las mismas cantidades de insumos y/o ingredientes y también los mismos procedimientos técnicos, con la ayuda de la Norma Técnica Peruana NTP 203.047.1991.

Cuadro 13. Ingredientes generales de ambas mermeladas de piña Golden.

Mermelada con pectina extraída		**Mermelada con la pectina comercial**	
pH	3.2	pH	3.2
Cantidad de pulpa	0.5 kg	Cantidad de pulpa	0.5 kg
Cantidad de azúcar	0.5 kg	Cantidad de azúcar	0.5 kg
Cantidad de pectina	5 g	Cantidad de pectina	5 g
°Brix	65	°Brix	63
Tiempo de gelificación	15 mint.	Tiempo de gelificación	15 mint.

4.3.2. Descripción para el análisis sensorial – pareada.

Consiste en evaluar simultáneamente dos muestras, con el objetivo de determinar si existe diferencia perceptible entre ellas, teniendo en cuenta que sólo se distingan entre sí por la variable objeto de estudio. Cada muestra se

presenta codificada y en orden balanceado, de tal manera que cada una de ellas aparezca igual número de veces en la posición derecha e izquierda del par. La prueba es fácil de realizar, requiere de poca cantidad de muestras, y el agotamiento del juez es relativamente bajo.

Para esta evaluación se utilizó como pruebas: Mermelada elaborada con pectina obtenido de la cáscara de cacao CCN-51 y mermelada elaborada con pectina comercial, Se tomó en cuenta el rango de edades de los evaluadores entre 19 a 29 años de edad y un horario adecuado, se recomendó a los evaluadores no fumar por lo menos 30 minutos antes que la evaluación comience y no digerir ningún tipo de alimentos. Se redactaron y se entregaron las hojas de evaluación para las pruebas con instrucciones claras. A los evaluadores se les pidió su participación anticipadamente, explicándoles en que consiste la evaluación de manera clara y recordándoles la responsabilidad que ellos tienen como evaluadores. Se reclutaron 30 panelistas no entrenados que evaluaron el grado de satisfacción de dos muestras de mermelada debidamente codificadas, los resultados obtenidos de las evaluaciones de los panelistas fueron reclutados y seguidamente analizados utilizando la tabla de significancia de dos pruebas.

Los resultados obtenidos dentro de la escala de valoración, los jurados calificadores indicaron lo siguiente, teniendo en cuenta los códigos que se establecieron a cada mermelada:

Cuadro 14. Codificación de las mermeladas.

	Código
Mermelada con pectina extraída de la cáscara de cacao CCN-51	600
Mermelada con pectina comercial	500

Cuadro 15. Resultados de la prueba sensorial.

Prueba sensorial Pareada – Discriminatorio		
Total, de panelistas	40	
Código de las mermeladas	500	600
Cantidad de preferencias según panelistas	14	26

De los 40 panelistas en total, 26 prefirieron la mermelada con el código N° 600 y 14 panelistas prefirieron la mermelada con el código N° 500.

4.3.3. Análisis de datos – prueba pareada

Para el análisis de datos con los resultados obtenidos durante la prueba sensorial, se utilizó la normativa ISO 5495, la cual obtuvimos una tabla para determinar si efectivamente hay una diferencia que es estadísticamente significativa, para ellos sabiendo la cantidad de jueces y seleccionando un nivel de error, se logró analizar si hay alguna diferencia significativa en ambos productos.

Cuadro 16. Tabla de significancia de respuesta correctas - ISO 5495.

N° 40			**A**		
	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
36	22	23	24	26	28
37	22	23	24	27	29
38	23	24	25	27	29
39	23	24	26	28	30
40	24	25	26	28	31
44	26	27	28	31	33
48	28	29	31	33	36
52	30	32	33	35	38

Los 26 panelistas que prefirieron la mermelada con el código N° 600, encontraron significativamente diferencias entre ambas mermeladas, el resultado analizado está dentro de un error tolerable de 5% equivalente a un valor de α de 0.05.

En la investigación desarrollada por Rodríguez y Zepeda (2016). “Aprovechamiento de la cáscara de cacao *(Theobroma cacao L.):* extracción de pectina para elaboración de mermelada”. Universidad Dr. José Matías Delgado, San Salvador, El Salvador, reportó de acuerdo a la evaluación sensorial realizada a la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de cáscara de mazorca de cacao hecha en esta investigación se obtuvo un promedio de 8.25 en una rango del 1 al 10, significando una calificación de “me gusta mucho”, donde la evaluación tuvo características organolépticas como aroma, sabor, textura y apariencia, mientras en este trabajo de investigación también se elaboró una mermelada de piña con la pectina que se obtuvo y con pectina comercial, donde los resultados indicaron que dentro de los 40 panelistas 26 de ellos prefirieron la mermelada con la pectina extraída de la cáscara de cacao CCN-51, donde se empleó también el análisis de los datos en la tabla de significancia a un error tolerable a un 5%, se puede indicar que la pectina extraída de la cáscara del cacao tiene acogida frente a la pectina de uso comercial expendida en centros de abastos.

V. CONCLUSIONES.

Según los resultados presentados y analizados en este trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Las características químicas de la pectina obtenida en cada concentración de pH, no presentaron diferencias en los valores con respecto al % Metoxilo, % Galacturónico y en el % Esterificación.

- Los resultados químicos de la pectina obtenida, los valores están dentro del rango de una pectina comercial, según normas internacionales.

- El ácido cítrico a distintas concentraciones de pH, estadísticamente no influye de manera significativa en el rendimiento para extraer pectina de la cáscara de cacao.

- Sensorialmente la mermelada elaborada con la pectina extraída, no presenta diferencias con la mermelada elaborada con pectina comercial.

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo con las conclusiones obtenidas en la presente investigación se puede recomendar lo siguiente:

- A la industria chocolatera que es alternativa comprobada en el aprovechamiento de este residuo que es la cáscara de cacao para obtener pectina; así generar mayores ingresos económicos a la empresa y generar empleos.

- Utilizar otro método para la extracción de pectina, con variables distintas en pH, deshidratado, temperatura; y evaluar el rendimiento y comparar los resultados que se obtuvieron en este trabajo de investigación.

- Diseñar o realizar una planta piloto, para extraer pectina en proporciones y/o en cantidades en mayor volumen.

- Para la extracción de pectina, se recomienda realizarlo el mismo día de la cosecha y/o cortado de la mazorca para el retiro de la semilla, ya que al procesarlas al día siguiente puede generar cambios organolépticos que pueden afectar directamente en los resultados fisicoquímicos de la pectina.

VII. LITERATURA CITADA.

Avila Garavito, AC. 2019. Extracción y caracterización de pectina a partir de residuos de cáscaras de piña *(Ananas comosus)* por el método de hidrólisis ácida. Obtenido de: https://1library.co/document/q0651o9q-extraccion-caracterizacion-pectina-residuos-cascaras-comosus-metodo-hidrolisis.html

Barazarte, H., Sangronis, E., & Unai, E. 2008. La cáscara de cacao (Theobroma cacao L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, *58*(1), 64-70.

Bernal Ramírez, N., Milena Mantilla, C., Rodríguez González, L. G., & Peralta Ruiz, Y. 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. https://doi.org/10.23850/24628034.436.

Betancourt, L.; Llano, J. 2009. Extracción de pectina a partir de los subproductos del beneficio del cacao. Tesis de grado. Universidad de EAFIT. Escuela de Ingeniería. Medellín - Colombia. Pág. 1 – 67.

Bravo Matías, A. M., & Condo Franco, E. I. 2015. Aprovechamiento de la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8938.

Cacaomovil. 2023. Guía # 1: El cacao en sistemas agroforestales. Obtenido de: https://cacaomovil.com/site/guide/el-cacao-en-sistemas-agroforestales-df638640-b491-4be2-a0e0-479d7b616e5f/117/tipos-y-variedad.

Cedeño Arteaga, L. J. 2019. Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao *(Theobroma cacao L.)* en la elaboración de mermelada. Obtenido de: http://201.159.223.180/bitstream/3317/12713/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-50.pdf

Cobeñas, A.; Guerrero, J. 2018. Caracterización de la pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*.) mediante variación del ácido y temperatura. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Tumbes. Facultad de Ciencias Agrarias. Tumbes – Perú. Pág. 1 – 73.

Chan, S. Y.; Choo, W. S. 2013. Effect of extraction conditions on the yield and chemical properties of pectin from cocoa husks. Food Chemistry. (UK). 141(4):3752-3758.

Del Águila, D.; Zegarra, D. 2016. Extracción de pectina por hidrólisis ácida y precipitación alcohólica a partir de las cáscaras de cacao híbrido CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) para la fabricación de un prototipo de empaque alimentario, Pucallpa, región Ucayali 2015. Tesis de Grado. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Pucallpa – Perú. Pág. 1 – 140.

Edgerton, C. 1958. Sugar Cane and its Diseases. Louisiana State University Press. Baton Rouge, U.S.A. 301 p.

Ferreira Ardila, S. 2007. Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial. Universidad Nacional de Colombia.

Gamboa, M. 2009. Aprovechamiento de los residuos obtenidos del proceso de despulpado del mango, de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado como materias primas para la obtencion de pectina (tesis postgrado). Puerto Cruz. Universidad de Oriente. Recuperado de: http://ri2.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1133/2/PGIQ009G30.pdf

Garcidueñas, J. A. 2013. Caracterización morfológica y molecular de piña (Ananas Comosus, (L.) Merr.) Híbrido 'MD2' y su establecimiento in vitro. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chapingo, México. pp.100.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2022. *Observatorio Commodities*: Cacao. Boletín Trimestral N° 02-2022. Obtenido de: http://agroaldia. minagri.gob.pe/biblioteca/index.php/e-economiadesarrollo-y-sociologia-rural/e71-comerciointernacional/911-observatorio-de-commodities-cacaoabril-junio

Nicolas Dostert, J. R.; Asunción Cano, M. I.; La Torre & Maximilian, W. 2011. Hoja botánica: cacao. Obtenido de: http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Ochse, J. J.; Soule, M.J.; Dijman, M. J. & Wehibulg, C. 1985. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y Subtropicales. Limusa-Wiley, México. 828 pp.

Rengifo Álava, YJ.; Macías Moreira; JC. 2019. Evaluación de dos métodos de extracción de pectina de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Escuela de Posgrado. Calceta – Ecuador. Pág. 1 – 64.

Rodríguez Mendoza, C.E. & Zepeda Morales, V. M. 2016. Aprovechamiento de la cáscara de cacao (Theobroma cacao L.): Extracción de pectina para elaboración de mermelada. Obtenido de: https://docplayer.es/224587380-Aprovechamiento-de-la-cascara-de-cacao-theobroma-cacao-l-extraccion-de-pectina-para-elaboracion-de-mermelada.html

Rodríguez, R.; Becquer, R.; Pino, Y.; López, D.; Rodríguez, RC; González, GYL; Izquierdo, RE. 2016. Producción de frutos de piña (Ananas Comosus (L.) merr.) MD-2 a partir de vitroplantas. Revista INCA 37 (n° esp.):40-48.

Seggiani, M.; Puccini, M.; Pierini, M.; Giovando, S.; Forneris, C. 2009. Effect of different extraction and precipitation methods on yield and quality of pectin. International Journal of Food Science Technology. (UK). 44(3): 574- 580.

Seixas, F., Fukuda, D., Turbiani, F., Garcia, P., Petkowicz, C., Jagadevan, S., Gimenes, M. 2014. Extraction of pectin from passion fruit peel (Passiflora edulis f. flavicarpa) by microwave-induced heating ELSEVIER Volume 38, p.p 186-192

Torregroza-Espinosa, A. M.; Gomez–Caceres Pérez, L. C.; Rodríguez Manrique, J.A. & López-Martínez, R. J. 2019. Optimización de la aceptabilidad de mermelada de mango enriquecida con pectina de cascarilla de cacao *(Theobroma cacao L.).* DYNA, vol. 86, no. 208, Enero-Marzo. pp. 292-296 Universidad Nacional de Colombia.

Vela Mendoza, J. L. 2007. Obtención de pectina a partir del exudado de cacao (Theobroma cacao Sp).

VII. ANEXOS.

ANEXO 1.

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA PECTINA.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se emplearon metodologías para determinar las características fisicoquímicas de la pectina extraída.

Se utilizará la metodología empleada por Shaggiani et al. (2009).

- Rendimiento de pectina extraída expresado en porcentaje (%)

$$\%\ \boldsymbol{de\ Rendimiento} = \frac{Pectina\ pura\ (g)}{Peso\ prom.de\ cáscaras\ en\ base\ seca\ (g)} x\ 100\ \%$$

Se utilizó la metodología empleada por Owens et al. (1952), citado por Del Águila y Zegarra (2016).

- Porcentaje de metoxilo (% Me).

Para desesterificar la pectina, se añade hidróxido sódico 0,25 mol/L a la solución utilizada para determinar el peso equivalente y la acidez. Luego se neutraliza la solución con ácido clorhídrico 0.25 mol/L y se valora con hidróxido de sodio 0.1 mol/L para determinar el porcentaje de metoxilo, hasta que el color se torne rojizo. Este porcentaje se calcula a continuación mediante la siguiente ecuación:

$$\%\ \boldsymbol{Metoxilo}\ (\boldsymbol{Me}) = \frac{meq\ B * 15.52 * 100}{mg\ componente\ ácido}$$

Dónde:

31: peso molecular del metóxilo (CH3O) expresado en mg/meq.
meq B: meq de NaOH utilizados en la titulación.
Componente ácido: Peso de la muestra (mg).

Se utilizará la metodología empleada por Owens et al. (1952), citado por Del Águila y Zegarra (2016).

➢ Porcentaje de Grado de esterificación (% Ge).

El grado de esterificación, se calculará relacionando los meq B gastados en la titulación de determinación del porcentaje de metoxilación y la suma del total de los meq A gastados en la titulación de determinación del peso equivalentes y meq B, de acuerdo a la ecuación:

$$\%\ \boldsymbol{Grado\ de\ esterificación}\ (\boldsymbol{Ge}) = \frac{meq\ B}{meq\ A\ +\ meq\ B} * 100$$

Dónde:

meq A: miliequivalentes utilizados en la primera titulación NaOH 0,1 mol/L
meq B: miliequivalentes utilizados de NaOH 0,1 mol/L en la segunda titulación para determinar el contenido de metóxilo.

Se utilizará la metodología empleada por Owens et al. (1952), citado por Del Águila y Zegarra (2016).

➢ Porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (%AAG).

El porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (AAG) permite conocer el grado de pureza de la sustancia péctica, debido a que la pectina es un polisacárido constituido no solo por ácido D-galacturónico, sino también, en su estructura, el 10% o más de la cadena puede representar otros azúcares, como arabinosa, glucosa y ramnosa.

Su determinación es la acidez libre y unidades metiladas, relacionándolos en la ecuación:

$$\%\ \boldsymbol{AAG} = \frac{97.07 * (meq\ A\ +\ meq\ B)}{mg\ componente\ ácido} * 100$$

Dónde:

97.07: Peso molecular del ácido anhídrido galacturónico expresado en mg/meq
meq A: miliequivalentes utilizados en la primera titulación con NaOH 0,1 mol/L
meq B: miliequivalentes utilizados de NaOH 0,1 mol/L en la segunda titulación, para determinar el contenido de metoxilo.
Componente ácido: peso de la muestra (mg).

ANEXO 2.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LA EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE CACAO CCN-51.

Cuadro 17A. Características químicas de la pectina de la cáscara de cacao CCN-51 y las especificaciones internacionales de la pectina comercial.

Características Fisicoquímicas	Pectina de la cáscara de cacao CNN-51	Especificaciones Internacionales
Metoxilo (%)	7.4%	Min. 6.70% (USP)
Grado de esterificación	0.36%	81.50%
Ácido anhidro	97.07%	Min. 74% (USP)
Galacturónico		Min. 65% (FAO/WHO)

Cuadro 18A. Análisis de varianza para el rendimiento.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	PVC
Tratamientos	0.00382222	2	0.00191111	0.28	0.7631
Error	0.0405333	6	0.00675556	-	-
Total	0.0443556	8	-	-	-

El pc menos o igual que 0.05 para haber diferencias.

Cuadro 19A. Comparación múltiple de Tukey para el rendimiento.

Tratamientos Ácido cítrico	Replicas	Media (%) *
T_1 = 2.5 pH	3	3.85 ± 0.205 [a]
T_2 = 3.5 pH		3.89 ± 0.205 [a]
T_3 = 4.5 pH		3.90 ± 0.205 [a]

Letras diferentes muestran diferencias significativas (p≤0,05).

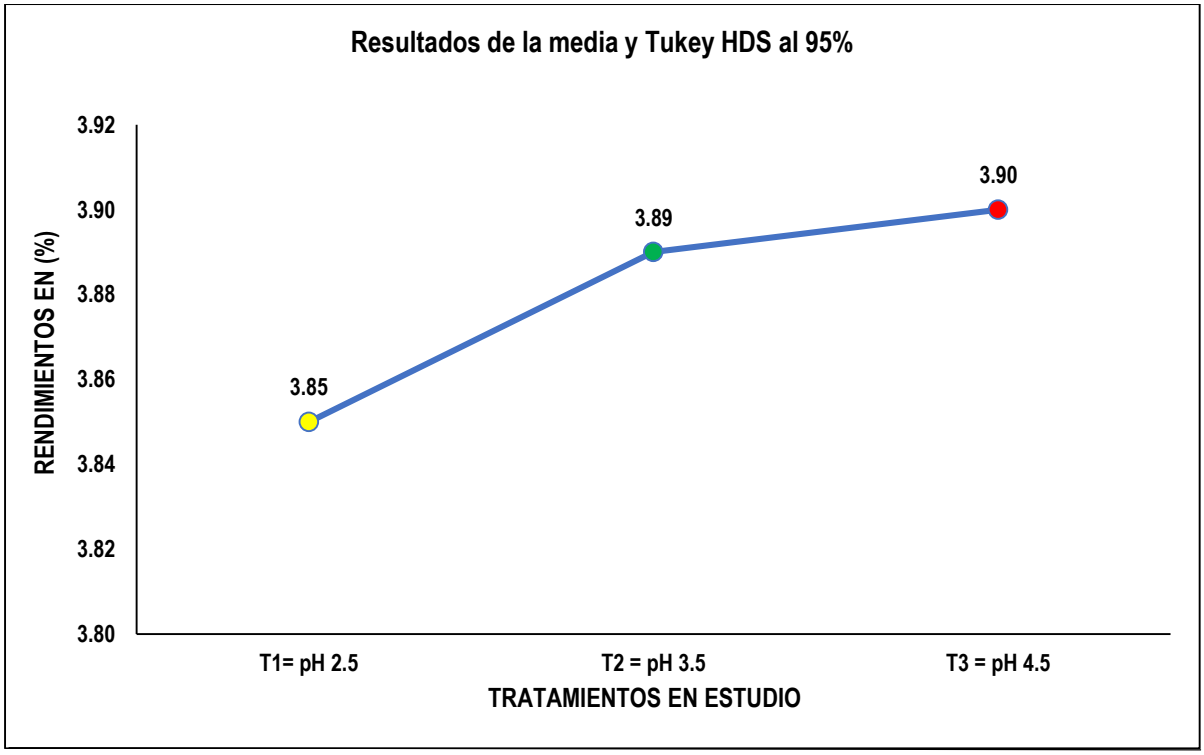


Figura 4A. Gráfico de mediana y Tukey HDS al 95% de confianza.

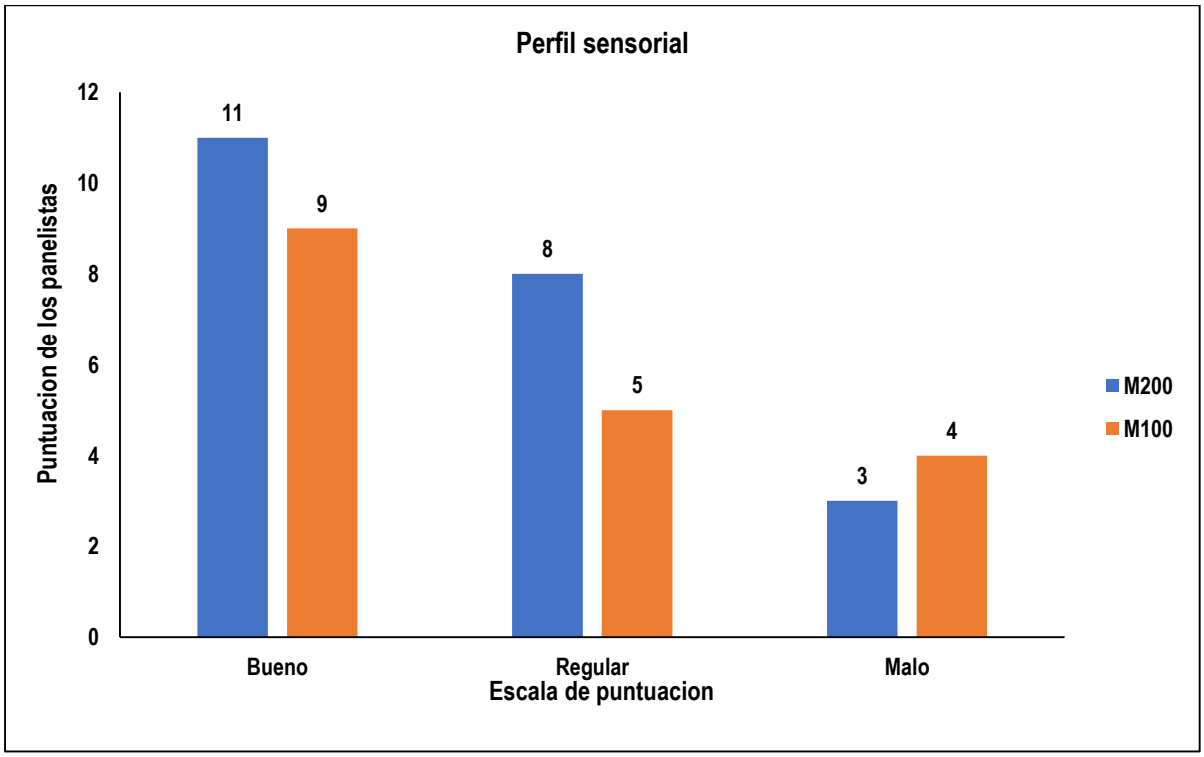


Figura 5A. Perfil sensorial de mermelada con adición de pectina.

ANEXO 5.

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS.



Figura 6A. Cosecha de cacao CCN-51.



Figura 7A. Cacao CCN-51.



Figura 8A. Lavado y extracción de la semilla de la mazorca de cacao CCN-51.



Figura 9A. Pelado de la mazorca de cacao CCN-51.



Figura 10A. Pelado de la mazorca de cacao CCN-51.



Figura 11A. Cortado en cubo de 5.0 mm de la mazorca pelada.



Figura 12A. Colocando la muestra húmeda en las bandejas deshidratadoras.



Figura 13A. Colocando las bandejas en el horno deshidratador.



Figura 14A. Triturado de la muestra seca con un molino manual.



Figura 15A. Muestra seca tamizado y envasado en 50 g c/u.



Figura 16A. Preparación de las 3 concentraciones de pH en ácido cítrico (2.5; 3.5; 4.5).

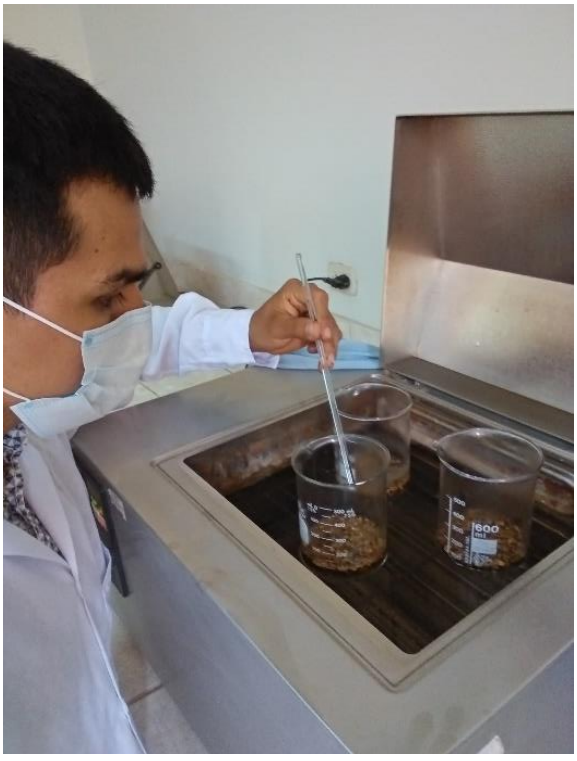


Figura 17A. Sometiendo la muestra en baño maría en cada concentración de pH en ácido cítrico – 80 °C.



Figura 18A. Filtrado de la muestra después del baño maría con la ayuda de una tela de 0.5 *µm.*



Figura 19A. Aplicando una presión manual ligera para un filtrado eficaz.



Figura 20A. Pectina líquida extraída de la cáscara de cacao CCN-51.



Figura 21A. Centrifugado de la pectina extraída en estado líquido, 6000 rpm x 80 min.



Figura 22A. Pectina seca envasado a temperatura ambiente.



Figura 23A. Jurado Evaluador supervisando el trabajo de investigación.



Figura 24A. Jurado Evaluador supervisando el trabajo de investigación.



Figura 25A. Preparación para el análisis sensorial – mermelada de piña con la pectina extraída y la comercial.



Figura 26A. Análisis sensorial – panelista.



Figura 27A. Análisis sensorial – panelista.