

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA OBTENCIÓN DE
PECTINA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DEL
CLON CCN 51**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:
AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

**TESISTA:
Bach. CRUZ CHAVEZ, DONALD SLAYTON**

**ASESOR:
Dra. Dr. ROJAS PORTAL, RUBEN MAX**

**HUÁNUCO – PERÚ
2023**

DEDICATORIA

Principalmente dedico esta investigación a mis padres Juan Ricardo, Cruz Castro, doña Perpetuo Socorro, Chavez Izquierdo a mis hermanas Kelly, Sonia y Diana, cruz chavez respectivamente, así como a mis familiares que son el eje, inspiración y motivo de todos mis proyectos, a quienes hacer sentir orgullosos es parte de mi esencia.

A mi amado hijo Patrick Ridz Cruz Cadillo, que de esta manera dejo una enseñanza de esfuerzo y superación y dejar plasmado en su vida los valores, la fe y las mejores enseñanzas para continuar adelante.

A mis docentes, por haber impartido sus sapiencias en mi preparación universitaria. A mis amigos que la vida y la universidad me regalo, que son como mi segunda familia, los cuales admiro mucho y aunque son pocos, pero son los mejores ya que fueron fuente de ánimos, fortaleza y conocimientos y por hacer de esta trayectoria de mi vida la más maravillosa entre buenas y malas.

.

AGRADECIMENTOS

Agradezco a nuestro padre celestial y creador de la vida, DIOS, que desde lo alto fue lumbrera a mi camino, mi guía, y mi sustento para cumplir con cada una de mis metas.

A mi familia por el apoyo y motivación.

A los que conforman este proyecto, por su dedicación y atención. A mis docentes y amigos que han sido apoyo constante durante estos años y más en esta etapa de desarrollo de este logro. Y a todas las personas que conocí en el transcurso de esta hermosa carrera.

RESUMEN

CRUZ CHAVEZ, Donald Slayton. Determinación de parámetros óptimos en la obtención de pectina a partir de la cáscara de cacao (*theobroma cacao l.*) del clon CCN 51. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco-Perú. 2023.

La explotación comercial del cacao (*Theobroma cacao L.*) genera un volumen de cáscaras que pudiera utilizarse para la producción de pectinas a nivel industrial. La investigación tiene como objetivo la obtención y caracterización fisicoquímica y sensorial de la pectina a partir de la cascara del cacao CCN 51, con parámetros óptimos para maximizar su rendimiento. El proceso de obtención de pectina de la cascara de cacao se realizó mediante el hidrólisis acida con HCl a diferentes condiciones de pH (2, 3 y 4) durante 75 minutos a 60°C y 80°C, bajo el modelo matemático correspondiente a un diseño completamente al azar (DCA), para valorar las características fisicoquímicas del cacao y la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ para evaluar las características sensoriales. Se obtuvo un rendimiento de extracción de 0,352 a 2,451 g/ 25 g de lo cual la pectina obtenida a pH 2 y temperatura de maceración 80°C, con el tiempo estándar de 75 minutos demostró tener el mayor rendimiento siendo este de 2,451 g/ 25 g. Luego se evaluó el grado de esterificación y la viscosidad de la pectina con resultados de entre 62.8% a 74.5%, y 1.77% a 12.57% respectivamente. Con la pectina de la cascara de cacao y la pectina comercial se elaboró una mermelada de fresa y se determinó su aceptabilidad empleando una escala hedónica de 7 puntos. lo cual permitió preparar una mermelada con un nivel de agrado promedio de “agradable a muy agradable” para los atributos sabor, olor y consistencia, para ambas mermeladas. De esto; de acuerdo a los resultados obtenidos la mermelada que se elaboró con el uso de la pectina del T2 (pH:2 T°: 80°C y T:75min) así como la mermelada elaborada con el uso de las pectinas comerciales, fueron los que tuvieron mayor aceptabilidad por parte de los panelistas; siendo diferente para el atributo color, donde la mermelada con la pectina comercial fue la que tuvo mayor aceptabilidad.

Palabras clave: Hidrólisis acida, rendimiento, parámetros, hedónica, CCN 51.

ABSTRACT

CRUZ CHAVEZ, Donald Slayton. **Determination of optimal parameters in obtaining pectin from the cacao shell (*Theobroma cacao L.*) of clone CCN 51.**

Thesis to obtain the title of Agroindustrial Engineer, Professional School of Agroindustrial Engineering, Hermilio Valdizán National University, Huánuco-Peru. 2023.

The commercial exploitation of the cacao (*Theobroma cacao L.*) It generates a volume of shells that could use for the production of pectins to industrial level. The investigation had like aim the extraction and the characterisation physical chemistry and sensory of the pectin from cracked it of the cacao to optimum parameters to maximize your performance.

The extraction of pectins of cracked it of cacao realised by means of the hidrolisis acida with HCl to different conditions of pH (2, 3 and 4) during 75 minutes to 60°C and 80°C, under the corresponding mathematical model to a Design Entirely at random (DCA), to value the characteristic physical chemistries of the cacao and the no parametric proof of Friedman to a level of significance = 5% to evaluate the sensory characteristics.

It obtained a performance of extraction of 0,352 to 2,451 g/ 25 g of which the pectin obtained to pH 2 and temperature of maceración 80°C, over time standard of 75minutes showed to have the greater performance being east of 2,451 g/ 25 g. Later it evaluated the degree of esterification and the viscosidad of the pectin with results from among 62.8% to 74.5%, and 1.77% to 12.57% respectively.

With the pectin extracted of cracked it of cacao and the commercial pectin elaborated a jam of strawberry and determined his aceptabilidad employing a scale hedónica of 7 points. Which allowed to prepare a jam with a level of like average of pleasant to very pleasant for the attributes flavour, smell and consistency, for both jams. Of this; of agreement to the results obtained the jam that elaborated with the use of the pectin of the T2(pH:2 T°: 80°C and T:75min) as well as the jam elaborated with the use of the commercial pectins, were those that had greater aceptabilidad by part of the panelistas; being different for the attribute colour, where the jam with the application of the commercial pectin was the one who had greater aceptabilidad.

Keywords: Hidrolisis, performance, parameters, hedónica, CCN 51.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMENTOS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Fundamentación teórica.....	3
2.1.1 Cacao (<i>Theobroma cacao L</i>).....	3
2.1.2 Cascarilla del grano de cacao	7
2.1.3 Composición de la cascara de cacao.....	8
2.1.4 Pectina	9
2.1.5 Clasificación de la pectina según el grado de esterificación.....	11
2.1.6 Procesos de extracción de la pectina	12
2.1.7 Demanda de la pectina en el Perú y su proyección estimada.....	13
2.1.8 Viscosidad de la pectina.....	14
2.1.9 Mermelada	15
2.2 Antecedentes	15
2.3 Hipótesis.....	22
2.3.1 Hipótesis general.....	22
2.3.2 Hipótesis específicas.....	22
2.4 Variables	23

2.4.1 Variables independientes.....	23
2.4.2 Variable dependiente	23
2.4.3 Operacionalización de variables	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 Tipo y nivel de investigación.....	25
3.1.1 Tipo de investigación.....	25
3.1.2 Nivel de investigación.....	25
3.2 Lugar de ejecución.....	25
3.3 Población, muestra y unidad de análisis.....	26
3.4 Tratamientos en estudio.....	26
3.5 Prueba de hipótesis.....	26
3.5.1 Diseño de la investigación.....	28
3.5.2 Datos registrados	29
3.5.3 Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	29
3.6 Materiales y equipos.....	30
3.6.1 Materiales e insumos	30
3.6.2 Equipo e instrumentos	30
3.7 Conducción de la investigación.....	30
3.7.1 Recolección y adecuación de la materia prima (cáscara de la masorca de cacao.....	31
3.7.2 Determinación de parámetros óptimos en la obtención de pectina de la cáscara de cacao	31
3.7.3 Evaluación del grado de esterificación de la pectina.....	33
3.7.4 Extracción de la viscosidad de la pectina	34
3.7.5 Evaluación de la pectina de la cáscara de cacao en referencia a la pectina comercial a través de la mermelada de fresa.....	34
3.7.6 Evaluación sensorial de la pectina mediante la mermelada de fruta.....	37

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1 Determinación de parametros optimos en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.....	38
4.1.1 Efecto del factor pH en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.....	38
4.1.2 Efecto del factor T° en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.....	38
4.1.3 Efecto de la interacción de los niveles de los factores pH y temperatura en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.....	39
4.2 De la evaluación de la pectina según el grado de esterificación.....	40
4.2.1 Efecto del factor pH en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.....	40
4.2.2 Efecto de factor temperatura en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.....	41
4.2.3 Efecto de la interacción de los niveles de los factores pH y temperatura en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.....	41
4.3 De la evaluación de la viscosidad en comparación a la pectina comercial....	42
4.3.1 Efecto del factor pH en la viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.....	43
4.3.2 Efecto del factor temperatura en la viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.....	43
4.3.3 Efecto de la interacción de los niveles de los factores pH y temperatura en el grado de la viscosidad de la pectina de la cáscara de cacao.....	44
4.4 De la evaluación sensorial de la pectina de cáscara de cacao en referencia a la pectina comercial a través de la mermelada de fresa.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIÓN.....	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	52
ANEXO 1 - Matriz de consistencia de la investigacion.....	53
ANEXO 2 – Datos estadísticos de rendimiento de la pectina de cacao.....	54
ANEXO 3 – Porcentaje de esterificacionde la pectina de cacao.....	55
ANEXO 4 – Datos de la viscosidad de la pectina.....	56

ANEXO 5 – Evaluacion sensorial.....	58
ANEXO 6 - Panel fotográfico del análisis e la pectina de cacao.....	62
ANEXO 7 - Panel fotográfico de elaboraci3n de mermelada de fresa.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores típicos de composición de cascarilla de cacao	8
Tabla 2. Composición de la cascara de la mazorca del cacao	8
Tabla 3. Contenido de pectina en las frutas y verduras.....	10
Tabla 4. Características de la pectina.....	12
Tabla 5. Demanda de pectina en el Perú	14
Tabla 6. Operacionalización de variables	24
Tabla 7. Tratamientos de la investigación	26
Tabla 8. Escala hedonica para la determinación de los atributos (sabor, consistencia, color y olor).....	36
Tabla 9. Prueba de tukey para el efecto del factor pH en la obtencion de pectina de cascara de cacao	38
Tabla 10. Efecto del factor temperatura en la obtención de pectina de la cascara de cacao.....	39
Tabla 11. Resultado obtenido en la extracción de pectina a partir de la cascara de cacao.....	39
Tabla 12. Prueba de tukey para el efecto pH en el grado de esterificación de la pectina de la cascara de cacao.....	41
Tabla 13. Efecto del factor temperatura en el grado de esterificación de la pectina de cascara de cacao.....	41
Tabla 14. Determinación del grado de esterificación de la pectina.....	42
Tabla 15. Prueba de Tukey para el efecto del factor pH en la viscosidad de la pectina de la cascara de cacao.....	43
Tabla 16. Efecto del factor temperatura en la viscosidad de la pectina obtenida de la cascara de cacao.....	43
Tabla 17. Viscosidad de la pectina de la cascara de cacao.....	44
Tabla 18. Evaluación sensorial de la mermelada de fresa elaborada con pectina comercial y con cascara de cacao.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de la semilla del cacao. Fuente, Becklt, (2008).....	4
Figura 2. Estructura de la pectina. Fuente: Calvo, (2007).	9
Figura 3. Esquema experimental que se realizo del presente trabajo de investigación.	30
Figura 4. Flujograma de la obtención de pectina.....	32
Figura 5. Flujograma de la obtención de la mermelada.	35

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L.*) Los botánicos, siguiendo la creencia de los aztecas, denominaron al cacao con el nombre “alimento de dioses”. El grano de cacao juega un importante papel como materia prima en la industria alimentaria, sobretodo en el sector de confitería, cosmético y farmacéutico (Vélez, 1990). El fruto del cacao está compuesto de una concha externa llamada cáscara y dentro de ella se encuentra el mucílago, que es una pulpa aromática constituida por células esponjosas rica en azúcares. Esta pulpa rodea al grano de cacao, sin embargo, el grano se encuentra protegido por una concha fibrosa llamada cascarilla (Kalvatchev, 1998). En la actualidad un aspecto relevante es la salud, que en estos últimos años ha tomado mucha importancia, si bien es cierto un problema de salud común en la población es el colesterol. La intervención de la pectina es muy importante en este problema, como bien se sabe no aporta ningún nutriente, pero cumple un papel importante en nuestro organismo; que es la de eliminar toxinas y sustancias nocivas de nuestro organismo y además de la eliminación del colesterol nocivo; esta actúa absorbiendo los jugos segregados por el hígado y la vesícula al momento de hacer la digestión, estos jugos son formados a partir de las reservas de colesterol del cuerpo, de manera que si la pectina lo absorbe el organismo tendrá que generar más y las reservas de colesterol disminuirán. Entre algunos de los alimentos con contenido de pectina se encuentran, las naranjas, las manzanas, las uvas, zanahorias, cáscara de cacao y muchos más. Con la investigación, se pretende obtener pectina de la cáscara de cacao, la idea con este proyecto es darle un valor agregado a un cultivo, donde solo se está aprovechando el 10 o 20% de él, lo cual va a representar ingresos para el mismo sector y para la región, Se puede deducir la importancia de la investigación cuya finalidad se centra en aprovechar la pectina para su utilización en la industria alimentaria y promover su consumo, con el fin de determinar su importancia en la prevención del colesterol, control de enfermedades cardiovasculares y cáncer, entre otros; a través de productos alimenticios gelificados con pectina obtenida de la cáscara de cacao. La cáscara seca obtenida del cacao, será sometida a una extracción ácida, considerando diferentes parámetros tecnológicos, se realizará el calentamiento de la cáscara secas a diferentes temperaturas, pH y en un mismo tiempo, del mejor resultado de acuerdo a los tratamientos propuestos, se determinará el rendimiento

de pectina a 60°C y 80°C, analizando estadísticamente y seleccionando al mejor tratamiento. Perú es un país con gran biodiversidad, lo cual ofrece un potencial para el desarrollo de negocios derivados del uso sostenible de la misma. Actualmente en la región amazónica, se cuenta con investigaciones en temas de manejo agronómico y transformación de especies vegetales amazónicas, que permiten iniciar procesos estandarizados para la producción de mermeladas, almíbares, yogures, salsas y néctares, entre otros. Betancourt, L. y Llano, J. (2009).

Dadas las expectativas que se tienen con los frutales amazónicos y su inminente producción en un período a corto y mediano plazo, es fundamental generar tecnologías de aprovechamiento para estas especies y sus derivados que puedan ser transferidos e incorporados en las cadenas de frutales amazónicos. Chasquibol, N., Arroyo, B. y Morales, J. (2008). Uno de los subproductos potenciales de algunas de estas especies es la pectina, ingrediente necesario en la formulación de algunos alimentos procesados y que en la actualidad se importa en grandes cantidades de otros países. Calderón, E. y Matos, A. (2011). Es por tal motivo que la investigación se centró en darle un valor agregado a la cascara de cacao, aprovechando que esta fruta es una fuente importante de pectinas.

Para ello se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Determinar el parámetro óptimo para extraer mayor rendimiento de pectina de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) para su aplicación en la agroindustria.

Objetivo específico

- Determinar el rendimiento de la pectina de cascara de cacao.
- Clasificar la pectina de acuerdo al grado de esterificación obtenida a partir de la cascara de cacao.
- Determinar la viscosidad intrínseca en la pectina obtenida a partir de la cascara de cacao.
- Evaluar la pectina de la cascara de cacao en referencia a la pectina comercial a través de la mermelada de fresa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Cacao (*Theobroma cacao L.*)

El cacao es el nombre común del árbol *Theobroma cacao L.* y de los frutos del mismo. Los botánicos, siguiendo la creencia de los aztecas, denominaron al cacao con el nombre científico de *Theobroma cacao L.* que significa en latín “alimento de dioses”. El grano de cacao juega un importante papel como materia prima en la industria alimentaria, sobre todo en el sector de confitería, cosmético y farmacéutico. Se trata de un árbol de hoja perenne, siempre en floración, que requiere de climas húmedos y calurosos. Suele medir alrededor de 7 metros si es cultivado y por encima de 20 en la naturaleza (Vélez, 1990).

El cacao o cacaotero es un árbol de la familia de las esterculiáceas, de unos 3 a 8 metros de alto, es una planta nativa de América tropical, particularmente en una franja que se extiende desde Brasil hasta México, también presente al oeste de África. Los frutos o bayas se forman sobre el tronco y en las ramas, con forma de mazorca de unos 15 a 25 centímetros de largo (Vélez, 1990).

El fruto del cacao está compuesto de una concha externa llamada cáscara y dentro de ella se encuentra el mucílago, que es una pulpa aromática constituida por células esponjosas rica en azúcares. Esta pulpa rodea al grano de cacao, sin embargo, el grano se encuentra protegido por una concha fibrosa llamada cascarilla (Kalvatchev, 1998).

Existen cuatro tipos de cacao, cada uno con características muy específicas. El cacao Criollo se caracteriza por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. El cacao Forastero, que es la variedad más cultivada en las regiones de África y Brasil, se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo. El cacao Trinitario es un híbrido obtenido de los dos últimos. El cuarto tipo es el cacao Nacional, el cual sólo crece en Ecuador, posee un sabor predominante y un poco picante, Por lo general se dan dos cosechas de cacao al año: una hacia el final de la época lluviosa y el inicio de la seca, y otra al principio del siguiente período de lluvias. Nótese que nos referimos a climas tropicales sin estaciones. Cada cosecha demora entre cinco a seis meses (Beckett, 2008).

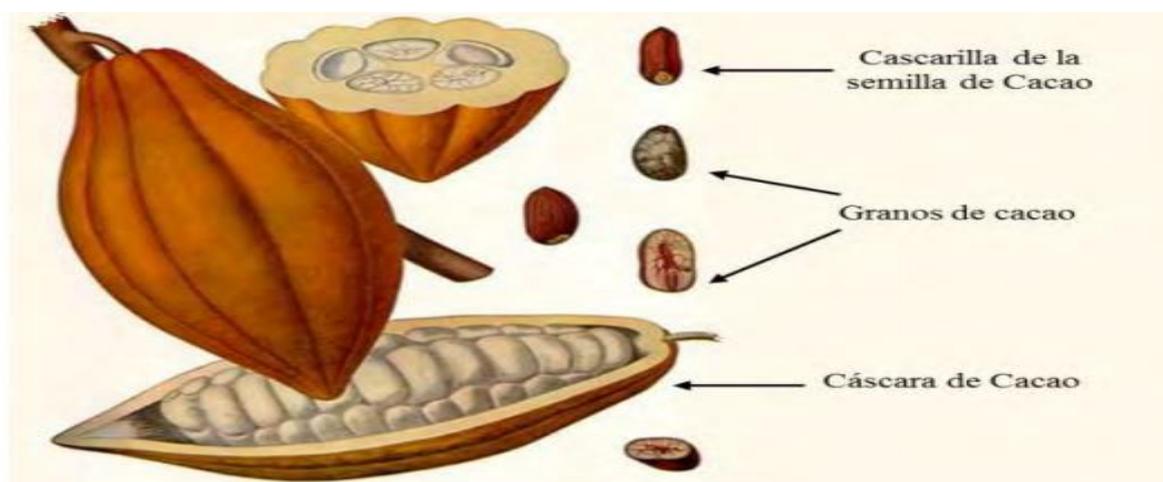


Figura 1. Partes de la semilla del cacao. Fuente: Beckett, (2008).

Variedades

Entre las variedades más comunes del cacao se encuentran las siguientes: Forastero (trinitario) o cacao amargo: Originario de América, es la variedad más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo. Dentro de esta especie destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta (Rodríguez, 2001).

Criollo, o cacao dulce: Esta variedad se caracteriza por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. La superficie del fruto posee diez surcos longitudinales marcados, cinco de los cuales son más profundos que los que alternan con ellos. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares (Rodríguez, 2001).

Clon CCN 51

Según hace mención Phillips (1996) que gracias a muchos años de esfuerzo del señor Homero Castro logra en 1960 en su finca “*Theobroma*” localizada en Naranjal seleccionar varios híbridos con las características deseadas, procediendo luego a clonificar algunos de ellos. Los diferentes clones CCN fueron obtenidos

del híbrido entre los clones ICS-95 x IMC-67, habiendo procedido luego a realizar un segundo cruce entre dicho híbrido con un cacao encontrado por él en el Oriente ecuatoriano y denominado “Canelos”.

De todos los CCN seleccionados a Homero Castro le llamó especialmente la atención el CCN-51, ya que reunía todas las características buscadas por él durante tantos años.

Los primeros clones de CCN-51 fueron sembrados en la Hacienda “Sofía” de Naranjal y de propiedad del Sr. César Amador Baquerizo donde se les hizo un minucioso seguimiento y análisis de sus sobresalientes características durante varios años. A partir de 1965 hasta su muerte, y una vez comprobadas sus bondades, que Homero Castro se dedica a propagar este clon que forma parte ya de la historia Cacaotera del Ecuador y del mundo y que constituye un mérito científico invaluable, además siendo considerado a nivel mundial por las siguientes:

- En primer lugar, se destaca su alta productividad que llega en haciendas altamente tecnificadas a superar los 50 quintales por hectárea
- Es un clon auto compatible, es decir no necesita de polinización cruzada para su adecuado fructificación tal como la mayoría de los clones.
- El CCN-51 se caracteriza por ser un cultivar precoz pues inicia su producción a los 24 meses de edad.
- Es tolerante a la “Escoba de Bruja” enfermedad que ataca a la mayoría de variedades de cacao destruyendo gran parte de su producción.
- Es una planta de crecimiento erecto, pero de baja altura lo que facilita y abarata las labores agronómicas tales como poda y cosecha entre otras.
- Índice de Mazorca (IM) 8 mazorcas/libra de cacao seco, en comparación con el índice promedio de 12 mazorcas/libra.
- Índice de Semilla: 1.45 gr. /semilla seca y fermentada comparado con el índice promedio de 1.2 gr. /semilla seca.
- Índice de Semillas por mazorca: que es de 45, mucho más alto que el promedio normal de 36 semillas por mazorca.
- Adaptabilidad: Es un clon cosmopolita que se adapta a casi todas las zonas tropicales desde el nivel del mar hasta los 1.000 sobre el nivel del mar.
- Porcentaje de manteca (54%) lo que lo hace muy cotizado por la industria.

Recolección

Los árboles de cacao florecen dos veces al año, presentándose su principal período de floración entre los meses de junio y julio. Es común que se presente un segundo período entre los meses de agosto y septiembre, siendo este menos productivo que el anterior. El tiempo de maduración de los frutos del cacao oscila entre los cuatro y los seis meses de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar y la temperatura del lugar de cosecha (Rodríguez, 2001).

La recolección es una de las etapas más importantes en el proceso del cacao, debido a que una buena selección de las mazorcas recolectadas es de vital importancia para las características del producto final. Uno de los métodos más comunes para realizar dicha selección es el cambio en la coloración del fruto, el cual varía dependiendo del tipo o variedad. Sin embargo, ante la incertidumbre de este método (no recolectar a tiempo mazorcas ya maduras), algunos recolectores seleccionan sólo las mazorcas que se encuentran en la parte baja del árbol.

La frecuencia en la recolección debe ser corta evitando así que los frutos se maduren más de lo debido. Si se trata de una plantación grande la recolección puede hacerse cada 8 o 15 días. Si la plantación es pequeña puede hacerse cada mes (Fedecacao, 2004).

Procesamiento del cacao

En la industria alimentaria, el procesamiento de las semillas de cacao consta de varias etapas. En el campo, el productor se encarga de cultivar el fruto y de su limpieza, donde se rompe la cáscara y el mucílago es extraído para la obtención del grano de cacao (Beckett, 2008).

Una vez extraído el grano de cacao, este puede sufrir una etapa de fermentación, donde se producen distintos químicos que le dan un sabor y olor característico, esenciales para sus subproductos tales como el chocolate. Seguidamente, los granos se llevan al secado donde son expuestos al sol (si el clima lo permite) o en máquinas de secado, reduciendo la humedad del grano entre un 6 y 8%. Finalmente, las semillas son transportadas a la industria en sacos de aproximadamente 60 kg, vigilando constantemente la humedad del lugar de almacenamiento (Beckett, 2008).

El primer paso del procesamiento del cacao en la planta industrial es la limpieza del grano, aquí se remueven las impurezas para asegurar el rendimiento

de operaciones posteriores y la calidad del producto. En esta etapa se combinan diferentes métodos para la remoción de todos los contaminantes: succión para extraer tierra y rocas livianas, imanes para retirar metales y vibración para retirar rocas pesadas (De la Mota, 2008).

Luego de la limpieza existen variantes en el tratamiento del grano, dependiendo principalmente, de la utilidad o especificaciones que se requieran en el producto. Estas variaciones se refieren al orden en que son ejecutadas las operaciones (Beckett, 2008). Además, hace mención tres opciones de tostado: el tostado del grano completo (cascarilla y grano), el tostado del grano solamente (luego del descascarillado) y el tostado del licor de cacao. El tostado es responsable del sabor característico de los subproductos como el chocolate, además permite remover la humedad remanente en el grano, eliminando adicionalmente cualquier contaminante microbiológico. El pre-tratamiento térmico consiste en la exposición rápida de la semilla a una fuente de calor intensa como vapor o radiación. Es importante notar que este proceso no afecta el sabor ni calidad del grano debido a su corta y rápida acción (Beckett, 2008).

Para el descascarillado de la semilla, esta debe someterse a algún proceso térmico. De esta manera, la humedad que pierde el grano ejerce una presión en la cascarilla, separándola del mismo. Luego, por vibración, esta cascarilla es desviada de la línea principal de producción quedando como un producto de desecho (Beckett, 2008) y (De la Mota, 2008).

Cuando se tiene el grano tostado y sin cascarilla, este ya está listo para la molienda. De esta etapa se obtiene el licor de cacao, el cual se hace pasar por un filtro prensa para así obtener lo que se llama torta húmeda remanente y la grasa de cacao. Finalmente, ambos productos intermedios son utilizados para la elaboración de chocolates, polvos de cacao y demás subproductos (De la Mota, 2008).

2.1.2 Cascarilla del grano de cacao

Luego del descascarillado de la semilla de cacao se obtiene la cascarilla, la cual representa un 12% en peso de la semilla. Esta cascarilla tiene características de un material fibroso, seco, crujiente, de color marrón y con un olor similar al del chocolate. Cuando es removida, la cascarilla puede contener de 2 a 3% del grano que no pudo separarse (EFSA 2008). Los valores típicos de la composición de la cascarilla se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores típicos de composición de cascarilla de cacao.

Composición	valores (%)
Humedad	5,4 – 15,3
Proteína cruda	6,3 – 10,4
Fibra cruda	23,4 – 36,2
Componente del extracto éter	0,5 – 2,4
Extracto de nitrógeno	31,8 – 61,4
Cenizas	31,8 – 61,4

Valor expresado en base seca

Fuente: EFSA (2008).

En la actualidad, la cascarilla de cacao es adicionalmente utilizada como material orgánico para la preparación de abono, lo cual generalmente se da en las granjas donde es cultivado el cacao. Por otro lado, su composición lo hace ideal para la alimentación de rumiantes, pero es limitada debido a su contenido de teobromina, un componente estimulante encontrado principalmente en las semillas de cacao y que pasa a la cascarilla (EFSA , 2008).

2.1.3 Composición de la cascara de cacao

A continuación, se puede percibir todos los componentes que están contenidos en la mazorca, como se evidencia en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Composición de la cáscara de la mazorca del cacao

Componente	% p/p
Humedad	85
Proteína	1,07
Minerales	1,41
Grasa	0,02
Fibra	5,45
Carbohidratos	7,05
N	0,171
P	0,026
K	0,545
Pectinas	0,89

Fuente: (CORPOICA regional 7). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao.

2.1.4 Pectina

Las pectinas o sustancias pécticas constituyen un grupo de polisacáridos ricos en ácido galacturónico y, en menor medida, ramnosa, arabinosa y galactosa. Al igual que en otros grupos de polisacáridos de pared, la definición de pectinas es operativa y se basa en la extracción de la fibra (previamente delignificada) con soluciones acuosas de un agente quelante o bien, extracción con una solución ácida diluida (en ambos casos la extracción se realiza en caliente (Pagan J, 1998).

Las pectinas están ampliamente distribuidas en todo el reino vegetal. Son un componente esencial de las paredes celulares de las plantas dicotiledóneas y también se hallan presentes, aunque en menor grado, en las monocotiledóneas. En las primeras, las pectinas constituyen el componente principal de la lámina media de la pared primaria (Pagan, 1998).

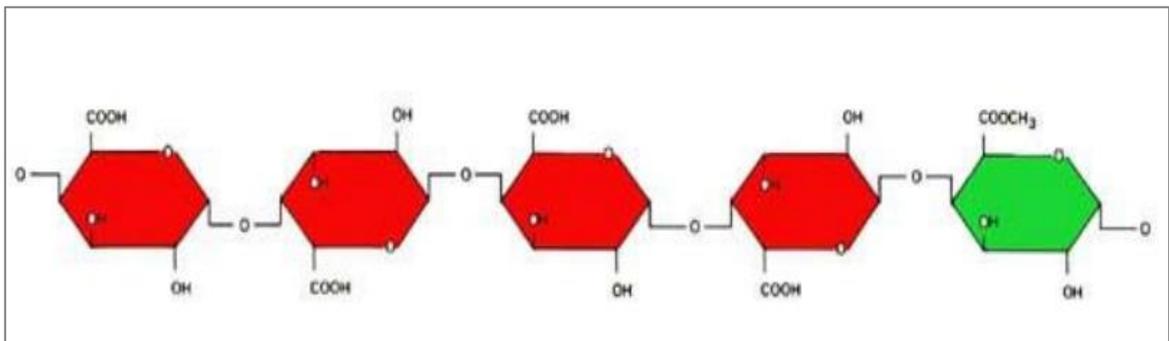


Figura 2. Estructura de la pectina. Fuente: Calvo (2007).

Función y solubilidad

Se admite que las pectinas tienen un papel esencial en la estabilidad de la pared al actuar como material aglutinador de las fibras de celulosa. Prueba de ello es que la acción de enzimas que degradan específicamente estas sustancias produce una pérdida de consistencia del tejido, síntoma que se conoce como maceración. En frutas y verduras, las sustancias pécticas constituyen un factor determinante de la textura y firmeza, y por tanto de la calidad del producto. De hecho, el ablandamiento característico de las frutas al alcanzar la madurez se debe al aumento de las enzimas pectinolíticas, que está controlado fisiológicamente por la planta. (Pagan, 1998).

Tal como se han definido, las pectinas son sustancias, en términos prácticos, solubles en agua. No obstante, es frecuente que los residuos de ácido galacturónico

se encuentren metilados en mayor o menor grado. El grado de metilación afecta a diversas propiedades de las pectinas, incluyendo su solubilidad en agua, la cual es inversamente proporcional al grado de metilación (Pagan, 1998).

La utilización de soluciones ácidas diluidas para la extracción de pectinas debe ser cuidadosamente controlada, debido al peligro de hidrólisis. El uso de soluciones acuosas de agentes gelantes se debe a la capacidad de éstos de eliminar el calcio. Este catión divalente juega un importante papel en la estabilización de pectinas debido a su capacidad de formar puentes entre dos residuos cargados negativamente y situados en cadenas distintas (Pagan 1998).

Utilización y contenido en los alimentos

Una de las aplicaciones principales de las pectinas se debe a la capacidad de estas moléculas de formar geles en determinadas circunstancias. Las pectinas de bajo metoxilo pueden formar geles en presencia de calcio, mientras que las de alto metoxilo gelifican a pH ácido (de modo que la repulsión electrostática entre los grupos ácido sea mínima) y en presencia de una concentración elevada de azúcar (que contribuye a deshidratar la solución). Estos geles son de uso frecuente en mermeladas, confituras y conservas de frutos. En otros casos, la aplicación consiste justamente en la eliminación de sustancias pécticas de un producto. La clarificación de zumos, esto es, la eliminación enzimática de pectinas en forma coloidal, constituye un ejemplo típico (Pagan 1998). Las pectinas son sustancias abundantes en los vegetales, constituyen aproximadamente el 35% de la pared celular vegetal en dicotiledóneas (Pagan, 1998).

Tabla 3. Contenido de pectina en las frutas y verduras

Fruta o verdura	Pectina total
Manzana	0,47
Fresa	0,52
Frambuesa	0,36
Zanahoria	1
Patata	0,36
Brócoli	0,51

Fuente: Pagan (1998).

Estructura

El término pectinas incluye un grupo relativamente heterogéneo de moléculas como polisacáridos ácidos y neutros, principalmente ramnogalacturonano, arabinano, galactano, arabinogalactano, homogalacturonano y ramnogalacturonano (Pagan, 1998).

El ramnogalacturonano (RGI) es la molécula más representativa y abundante del grupo, siendo el componente principal de las dicotiledóneas. Está formado por una cadena lineal de residuos de ácido galacturónico unidos por enlaces glicosídicos α 1,4 en la cual se intercalan moléculas de ramnosa mediante enlaces α (1-2). El RGI contiene un cierto número de cadenas laterales formadas por arabinosa y galactosa (Pagan,1998).

El arabinano es una molécula muy ramificada que contiene una cadena principal de arabinosas unidas por enlaces α (1-5) con cadenas laterales de una sola arabinosa, unidas a la cadena principal (Pagan,1998).

El galactano y arabinogalactano son generalmente componentes minoritarios, aunque en algunos casos, por ejemplo, en cotiledones de judía pueden ser abundantes. El primero está formado por una cadena lineal de galactosas unidas por enlaces (1-4). El segundo consta de una cadena principal de galactosa (1-4) con cortas cadenas laterales de arabinosa α (1-5) unidas al carbono 3 de la galactosa (Pagan,1998).

2.1.5 Clasificación de la pectina según el grado de esterificación

Las pectinas se clasifican en pectinas de alto o de bajo metoxilo dependiendo del grado de esterificación. Se dice que una pectina es de bajo metoxilo (de manera arbitraria) si su grado de esterificación se encuentra entre 40 y 59%; se clasifican de alto metoxilo cuando la pectina tiene un grado de esterificación mayor a 60% (Pagan, 1998).

La característica más importante de la pectina es el poder de gelación, ya que esta característica indica la capacidad del producto de formar geles y es la que define la clase de pectina, “ultra rapid set”, “rapid set”, “Medium rapid set” o “slow set”. Esta definición se fundamenta en la relación de una estructura incipiente de jalea gelífica (forma un semisólido a una temperatura de gelación determinada).

El poder de gelación es directamente proporcional al grado de metoxilación de la pectina (Pagan,1998). A continuación, se detalla las características de las

pectinas como se puede apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Características de las pectinas.

Características	Ultra Rapid Set	Rapid Set	Medium Rapid Set	Slow Set
% de esterificación	74 - 95	71 - 74	66 - 70	58 - 65
Formación de gel (minutos)	3.0 - 5.0	4.0 - 8.0	15 - 25	30 - 120
pH de gelificación óptima	3.1 - 3.4	3.0 - 3.3	2.8 - 3.1	2.6 - 2.9
pH de disolución al 1%	2.9 - 3.5	2.9 - 3.5	2.8 - 3.5	2.8 - 3.5
Cenizas totales (%)		5		
Pérdida por secado (%)		Aprox. 12		
Arsénico (ppm) menos de		3		
Plomo (ppm) menos de		10		
Cobre (ppm) menos de		60		
Gérmes patógenos		Ausencia		
Germenes totales por gramo		menos de 1000		
Aspecto		polvo fino de color crema		
Granulometría		rechazo inferior al 1 % en tamiz de abertura 0,31 micra		

Fuente: Pagan (1998).

2.1.6 Procesos de extracción de la pectina

Selección del material

En este paso se debe tener en cuenta la calidad del material vegetal que se ha de utilizar, es decir material sin hongos, sin partes putrefactas y el nivel de maduración del vegetal, ya que el material sin madurar tiende a contener un mayor porcentaje de pectinas (Devia, 2003).

Inactivación de las enzimas pécticas

Enzimas pectinolíticas, son metabolitos extracelulares producidos por algunos microorganismos (levaduras y hongos principalmente) como el *Bacillus pumilus* (Cabeza, 2003). Estas enzimas se usan principalmente en la industria productora de jugos, se denominan enzimas pectinolíticas aquellas que utilizan como sustrato natural compuestos pécticos (Yegrs, 2001).

Con el fin de hacer más eficiente el proceso de extracción, es necesario inhibir la actividad enzimática de las enzimas pécticas, además de eliminar suciedades y/o microorganismos presentes en el material seleccionado. La inactivación se realiza llevando a ebullición una mezcla del material vegetal molido y agua (Devia, 2003).

Hidrólisis ácida

El proceso de extracción de pectinas es una hidrólisis ácida, para la cual existen dos métodos. El método abierto que consiste en el calentamiento de la solución de material vegetal (molido), algún ácido y agua en agitación y en un recipiente abierto a la atmósfera.

El método cerrado consiste en el calentamiento de la misma solución anterior en un recipiente con un condensador acoplado (Devia, 2003).

El tiempo de calentamiento es una variable crítica en el proceso de extracción al igual que la temperatura (Pagan 1998).

Los ácidos que se usan normalmente en este proceso de extracción son ácido sulfúrico, ácido cítrico, ácido nítrico o ácido clorhídrico (Devia, 2003).

Filtración de residuo

Una vez cumplido el proceso de hidrólisis se debe filtrar el material con ayuda de un cedazo, con el fin de separar el sólido y la solución líquida (Devia, 2003).

Precipitación

La etapa siguiente se basa en la separación de la pectina de la solución ácida, para lo cual se emplean sales o alcoholes (preferiblemente estos últimos, ya que las pectinas se usan en la industria de alimentos).

En esta precipitación se recomienda utilizar un volumen de alcohol equivalente al 80% de la solución que se va a precipitar (Devia, 2003).

Secado

El proceso de secado se debe realizar a una temperatura aproximada de 40 °C durante un tiempo de 12 horas o al aire libre durante varios días (Devia, 2003).

2.1.7 Demanda de pectina en el Perú y su proyección estimada.

Este proyecto de investigación se sustenta en la demanda creciente de importaciones que se ha venido dando en estos últimos años como lo plasmado por (Chasquibol 2000), por lo que es importante su producción en nuestro país, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Demanda de pectina en el Perú

Año	Importación (Kg)	Exportación (Kg)	Demanda (Kg)
2000	55,429.52	1,900.00	53,529.52
2001	52,710.00	125,00	52,585.00
2002	7,640.03	420,80	74,219.23
2003	80,345.00	525,00	79,820.00
2004	119,651.05	1,238.00	118,412.43
2005	106,542.72	475,00	106,067.72
2006	145,657.70	1,100.00	144,557.70
2007	117,733.74	1,525.00	116,208.74
Proyección estimada			
2008	167,084.88	1,215.85	165,869.02
2009	193,082.05	2,315.48	191,566.56
2010	211,491.52	2,415.28	209,076.24
2011	237,289.17	2,903.36	234,385.81
2012	258,950.25	3,434.05	255,516.20
2013	303,042.29	4,997.14	298,045.15
2014	33,852.88	5,584.51	333,268.38
2015	400,530.80	6,920.33	393,610.46
2016	435,787.23	9,013.87	426,773.36
2017	491,540.62	10,509.24	481,031.37

Fuente: Sunat, Incluye pectinatos y pectatos

2.1.8 Viscosidad de la pectina

La viscosidad de las soluciones de pectina de HM es muy dependiente del número de variables: grado de esterificación, longitud de la molécula, concentración de electrolitos, pH y temperatura. Las concentraciones diferentes de un azúcar y distintas azúcares afectan a la viscosidad de distinta forma. La viscosidad se incrementa marcadamente a medida que la temperatura se acerca a la temperatura de ebullición. El peso molecular de la pectina relacionado con la longitud de la cadena, es una característica muy importante de la que dependen la viscosidad de sus disoluciones y su comportamiento en la gelificación de las jaleas (García 2010).

En dispersiones de pectina una propiedad muy útil de la viscosidad es la resistencia del gel (soluto) a fluir en relación al agua conteniendo un electrolito. El objeto del electrolito es la de disminuir la ionización de los grupos carboxilos de la pectina. La pectina entonces pasa a ser un electrolito neutro en vez de comportarse como un electrolito con gran efecto electroviscoso (García 2010).

En las pectinas con alto grado de esterificación, la viscosidad por efecto de su presencia aumenta el peso molecular, los grupos laterales y la concentración de

la pectina en solución. El calcio y otros iones polivalentes aumentan la viscosidad de las soluciones de 21 pectinas y algunas pectinas de bajo metoxilo pueden gelificar si la concentración de calcio supera un cierto límite (Cayón 2004).

2.1.9 Mermelada

Las mermeladas constituyen una alternativa para la preservación de las frutas, que en su mayoría son altamente perecederas. Su manufactura se basa en la conservación del sustrato alimenticio concentrado con un mínimo de 65% de sólidos solubles y pH ácido, a temperatura ambiente por varios meses, luego de un tratamiento térmico suave, siempre y cuando esté protegido del aire, para lo cual se emplea un envase hermético (Desrosier 1999; Potter y Hotchkiss 1999). En la preparación tradicional de mermeladas se comienza por la cocción de las frutas con un mínimo de agua, con el fin de ablandar y liberar la pectina. Luego se añade la cantidad prevista de azúcar y se lleva a ebullición con el objeto de eliminar agua, permitir la cocción de la fruta, la pasteurización de la mezcla, ayudar a disolver el azúcar y los otros ingredientes solubles y asegurar la inversión parcial de la sacarosa; se permite una ligera adición de ácidos orgánicos y de pectina. Una vez que se alcance la concentración deseada, se enfría la mezcla desde unos 104 – 105 °C hasta alrededor de 80 °C y se envasa en caliente (Cheftel y Cheftel 1976). (Barazarte, 2006).

2.2 ANTECEDENTES

La nueva alternativa de materia prima para la extracción de pectinas es la cascara de cacao; para lo cual se ha realizado algunas investigaciones que se detallan a continuación:

(Barazarte y otros, 2008). En su investigación “Extracción de pectinas en la cáscara de fruto de cacao” para ello se obtuvieron pectinas de la cáscara de cacao a diferentes condiciones de temperatura y pH, además se evaluaron sus principales características químicas. Para la extracción se utilizó EDTA al 0.5%, pH de 3, 4 y 5, y temperatura de 60°, 75° y 90°C, bajo un diseño factorial de 3², por un tiempo de 60 minutos. Así pues, la pectina extraída a pH 4 y temperatura de 90°C obtuvo el mayor rendimiento de extracción de 3.89g/100g, con un poder gelificante de 422,16g fuerza, pureza 62,26 g/100g (contenido de Ácido galacturónico). Además, se preparó una mermelada con un nivel de agrado promedio de "me gusta

moderadamente". El rendimiento promedio del proceso de producción de pectina de cáscara de cacao presentado en dicho estudio fue inferior al de las fuentes comerciales y no convencionales.

(Betancourt y Llano, 2009). En su investigación "Extracción de pectinas a partir de los subproductos del beneficio del cacao" determinaron el contenido de pectinas en la cáscara y la cascarilla del cacao (subproductos del beneficio del cacao), estableciendo cómo influyen las variables pH, tiempo de hidrólisis y tiempo de cocción sobre las variables respuesta: rendimiento y grado de esterificación. Este análisis se apoyó en un diseño de experimentos factorial 2^K con punto en el medio. Para la extracción de pectina se utilizó ácido clorhídrico al 10%, cuyos niveles para la variable tiempo de cocción (para inhibir la acción de las enzimas pécticas) fue de 20 min y 30 min, tiempo de hidrólisis de 20 min y 40 min, y pH de 1.5 y 2.5. Se encontró que los factores que presentan efectos significativos para la extracción de pectinas fueron tiempo de cocción y tiempo de hidrólisis. Los mejores resultados se obtuvieron con un tiempo de cocción de 25 minutos, tiempo de hidrólisis de 30 minutos y pH 2, obteniendo un 95.45% de Grado de Esterificación y 5.39% de rendimiento. Así mismo, el punto medio mostró los mejores resultados para las variables de respuesta evaluadas, un rendimiento promedio de 4.3% y grado de esterificación de 93.6%. Con los datos del punto medio se realizó un ensayo para la extracción de pectina a partir de la cascarilla de la almendra del cacao.

(Vriesmann, 2011). En su investigación "Optimization of nitric acid-mediated extraction of pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) using response surface methodology" realizaron un estudio para determinar las variables que influyen en la extracción de pectinas de cáscara de cacao aplicando la metodología de superficie de respuesta. Las pectinas fueron extraídas con ácido nítrico acuoso (01:25, w/v). En esta investigación se determinó que la extracción con ácido nítrico caliente es adecuada para la recuperación de las pectinas de cáscaras de cacao. Los mejores resultados para rendimiento de extracción se obtienen con pH 3,5 a temperatura de 100 °C, siendo indiferente el tiempo de extracción. Cuando el pH de la extracción es 1,5, el rendimiento se reduce, pero las pectinas tienen mayor contenido de ácido urónico, que mejora su calidad

como polímeros comerciales. Las condiciones elegidas para la extracción (pH 1,5 / 100 °C / 30 min) proporcionó un rendimiento experimental de 9,0% ± 0,4% con ácido urónico 66,0%. La pectina fue compuesta por un homogalacturonano altamente metil-esterificado (56,6%) y acetilada (17,1%), presentando algunas inserciones ramnogalacturonano que llevan cadenas laterales que contienen principalmente galactosa.

Debido a la importancia del ácido cítrico, como un aditivo alimentario natural y seguro, resulta más atractivo que los ácidos minerales fuertes utilizados comúnmente para la extracción de pectina, además estudios anteriores han demostrado que éste ácido orgánico es eficaz en la extracción de pectina en términos de rendimiento y propiedades fisicoquímicas.

(Vriesmann, 2012). En relación a esto último realiza una investigación "Extraction and characterization of pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) with citric acid". con el objetivo de extraer y caracterizar la pectina en la cáscara de cacao por medio de una hidrólisis ácida utilizando ácido cítrico. Inicialmente, realiza un diseño factorial fraccional 3^{3-1} , para investigar la influencia del pH, temperatura y tiempo de extracción sobre el rendimiento y el contenido de ácido urónico. El rendimiento de pectina varió desde 3,7 hasta 10,6 g / 100 g de harina de cáscara de cacao. El mayor rendimiento se obtiene cuando las condiciones de extracción fueron a pH 1,0 1 60 min / 100 °C. El contenido de ácido urónico varió desde 54,4 hasta 68,9 g / 100 g de pectina, con el mayor porcentaje de ácido urónico obtenido cuando las cáscaras de cacao fueron tratadas a pH 3,0 / 90 min / 100 °C. Además de determina que el pH de la extracción no tenía un efecto significativo sobre el rendimiento o contenido de ácido urónico. Posteriormente, la metodología de superficie de respuesta se aplicó para optimizar el rendimiento por medio del aumento de temperatura y el tiempo. A partir del modelo ajustado, las condiciones de extracción con ácido cítrico acuoso a pH 3,0 por 95 min a 95 °C proporcionaron un rendimiento de 10,1 ± 0,3 g de cáscara / 100 g de cáscara seca de cacao. La pectina obtenida es un homogalacturonano LM altamente acetilada (grado metil-esterificación: 40,3%; grado de acetilación: 15.9%).

(Adamako, 1972). Mediante su investigación "Pectina de la cáscara de la mazorca de cacao" realizó la extracción ácida de pectina de alto metoxilo, a partir

del cacao. La pectina obtenida presentó características similares a la pectina de manzana. El rendimiento obtenido fue de 8-11% para la cáscara madura y 25-29% para la fruta verde.

(Muñoz, 2011). En su trabajo de investigación titulado “extracción y caracterización de la pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de cocona (*solanum sessiliflorum*), en diferentes grados de madurez; a nivel de planta piloto”, realizó el diseño experimental que le permitió establecer las características de la pectina que se puede obtener del fruto de cocona, evaluando los siguientes factores de producción y procesamiento: Ecotipos 1 y 2: Se tomaron como base de estudio estos ecotipos, por ser los de mayor oferta en la producción de frutales del mercado Colombiano, al momento de realizar esta investigación. En cuanto a los factores de dilución y dosis de reactivo, sus efectos no fueron significativos en los niveles evaluados, para el caso de los ecotipos, no encontró diferencias entre los frutos estudiados. En seguida se buscó los valores óptimos de pH y tiempo de extracción, utilizando modelos de primer orden en el cual consideró los siguientes niveles: pH: (1,2);(1,7);(1,9);(2,2) y (2,7); y tiempo de extracción(min): (30);(45);(60);(75) y (90), además se consideró de segundo orden en cuales se trabajó con los siguientes niveles experimental: pH: (1,2; 1,5 y 1,7); y tiempo de extracción(min): (45; 60 y 75), con los cuales se encontró que el principal efecto lo establece el pH con un valor óptimo de 1,9 y aunque el tiempo no influyó de manera determinante, si limita la calidad cuando se usan valores inferiores a 60 ó superiores a 75 min, fijando un óptimo en 65 min. A continuación, se escaló el proceso en planta piloto, donde se ajustaron las condiciones óptimas en un pH de 2,2, un nivel de dilución de 1:3 y un tiempo de 65 min. Se obtuvo un rendimiento del 10% bs de pectinas, las cuales se clasificaron como de bajo metoxilo, gelificación lenta y 60 ° SAG.

(Guidi, 2010). Su trabajo de investigación obtención de *pectina* a partir de la cascara de maracuyá mediante hidrólisis ácida. se llevó en tres fases: primero fase, consistió recabar información respecto al fruto de maracuyá, la pectina y los métodos utilizados para extraer pectina puntualizando en la hidrólisis ácida. Segunda fase, Consistió en realizar la experimentación aplicando el diseño experimental factorial para determinar la combinación factores (temperatura, tiempo y concentración del ácido cítrico) donde se obtuviera mayor rendimiento.

También se realizó la caracterización del producto en el que el rendimiento fue mayor. El procedimiento fue el de pesar la cáscara de maracuyá (75g) se lavó, y se realizó el picado en cubos de 1,5 cm de lado aproximadamente; luego, se sumergió en agua a una relación 1:4 y a una temperatura de 60 y 65°C, por 10 minutos. Se tamizó utilizando un tamiz, luego se realizó la Hidrólisis Ácida añadiendo agua (1:3 m: v) a una concentración 0.0045 y 0.15M, a una temperatura de 50 y 80°C por 10 ó 60 minutos. Posteriormente, se filtró eliminando la cáscara y reteniendo el líquido, el cual se centrifugó a una velocidad de 3000rpm durante 30 minutos; se retuvo el líquido superior y se enfrió hasta alcanzar 4°C para precipitar con alcohol (V/0.096) durante una hora. Ya pasada la hora se filtró y se prensó, reteniendo el precipitado y eliminando toda la cantidad posible de líquido; luego, se colocaron en las bandejas de secado llevando a una temperatura de 60°C durante 8 horas o hasta que el peso sea constante. Ya seco, se molió y se registró el peso. Con este diseño se pudo determinar, se pudo determinar los factores que tenían mayor efecto en el rendimiento, al igual que la interacción entre dos o tres factores. En la caracterización, se procedió con la determinación de la humedad, del contenido de materia seca, de cenizas, el pH, la acidez, el grado de esterificación y el tiempo y temperatura de gelificación. La combinación de factores que da mayor rendimiento (8.59%) es cuando la concentración es de 0.0045 M de Ácido Cítrico, por un tiempo de 10 minutos a una temperatura de 50°C., considerando que la temperatura y el tiempo tienen mayor efecto significativo en el rendimiento. Esta combinación da como resultado una pectina de 33% de (grado de esterificación), con una humedad de 9%, contenido de materia seca de 90%, cenizas 1.4%, acidez libre 0.7, un pH=8, y el tiempo de gelificación y temperatura de 14 minutos a 65°C respectivamente, con las características cualitativas de ser insolubles en alcohol. Se pudo observar que los factores que influyen en la Hidrólisis Ácida fueron la temperatura como principal factor seguido del tiempo de hidrólisis y la interacción de ambos factores, así mismo el grado de esterificación obtenida es menor al 50% se clasificaría como pectina de bajo metoxilo.

(Devia, 2003). "Proceso de producción de pectinas a partir de la cáscara de naranja" hizo la producción de pectinas a partir de la cáscara de naranja valencia mediante hidrólisis acida y precipitación con alcohol etílico. La pectina obtenida presentó una buena apariencia con capacidades de gelación comparables al

estándar comercial. El rendimiento obtenido en el proceso fue del 10% para un pH cercano a 2 y un tiempo de hidrólisis entre 30 y 40 minutos.

(Chávez, 2009). Cuyo trabajo de investigación fue la “Extracción de pectina a partir de “naranja criolla” (*Citrus aurantium L.*)” mediante el método de hidrólisis ácida; usando cuatro nivel de pH: 1,5; 2,0; 2,5 y 3,0, y cada nivel de pH con temperaturas de (60°C y 90°C), para lo cual la cáscara de naranja fue lavada, sometidas a 5 minutos de ebullición para la inactivación de enzimas, secado a 50°C y luego se sometió a hidrólisis ácida empleando HCl en el agua acidulada en una relación cáscara/ agua de 1 a 3 y a temperaturas de 60°C y 90°C con agitación constante. Para evaluar el rendimiento de la pectina a partir de la cáscara de “naranja criolla” se empleó un experimento bifactorial del tipo 4A x 2B bajo un diseño Completamente al Azar (DCA) con 03 repeticiones; donde el Factor A correspondió al pH del agua acidulada y el Factor B correspondió a la temperatura de extracción de la pectina. Para la comparación de las medias de los tratamientos se empleó la prueba tukey 0,05 de nivel de investigación, en lo cual concluye que empleando un pH de 2,0 en el agua acidulada y una temperatura de 90°C se obtiene un 15,6% de rendimiento de pectina, siendo este el mejor.

(Gaviria, 2005). “Pectina a partir de la maracuyár” estudio realizado a partir del maracuyá, en el cual se compara el método convencional con otro denominado “arrastre de vapor”, en el cual se realiza un arrastre de vapor antes del hidrólisis ácida. Esta hidrólisis se realizó con ácido cítrico y ácido clorhídrico, presentando un aumento del 15% en el rendimiento para este último. Para el análisis de resultados se usó la metodología “Multinivel factorial”.

(Wang, 2005). “Pectina extraída de la pulpa de manzana” experimento en el cual utilizaron una extracción asistida por microondas a partir de pulpa de manzana deshidratada. En la investigación se usaron como variables independientes el tiempo de extracción, el pH de la solución de ácido clorhídrico, la relación solido líquido y la potencia de las microondas. A su vez la variable de respuesta fue el rendimiento de extracción (se usó la metodología de superficie de respuesta para optimizar los parámetros a controlar). Se obtuvo un rendimiento optimizado de 0.157 gramos de pectina por cada gramo de pulpa deshidratada, Los valores por

variable fueron 20.8 min de tiempo de extracción, pH de 1.01, relación sólido líquido de 0.069 y una potencia del microondas de 499.4 Watts.

(Barazarte , 2008). Mediante su investigación “La cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*): Una posible fuente comercial de pectinas” hace referencia que la explotación comercial del cacao (*Theobroma cacao L.*) genera un volumen de cáscaras que pudiera utilizarse para la producción de pectinas a nivel industrial. Por tal razón, se extrajeron pectinas de la cáscara de cacao a diferentes condiciones de pH y temperatura y se evaluaron sus principales características químicas. Para la extracción se usó EDTA al 0,5% a pHs 3, 4 y 5 y temperaturas de 60, 75 y 90°C, bajo diseño factorial 3². Las variables respuestas fueron: rendimiento, contenido de ácido anhidrogálico (AGA), contenido de metoxilo, grado de esterificación y peso equivalente de las pectinas extraídas. Se determinó la fuerza del gel péctico con un texturómetro TA – XT2i. Con la pectina extraída se elaboró una mermelada de fresa y se determinó su aceptabilidad empleando una escala hedónica de 7 puntos. Se obtuvo un rendimiento de extracción de 2,64 a 4,69 g/100g, un contenido de AGA entre 49,8 y 64,06 g/ 100g, un contenido de metoxilo entre 4,72 y 7,18 g/100g, un grado de esterificación entre 37,94% y 52,20%, un peso equivalente entre 385,47 a 464,61 g/equivalente de H+ y un grado de gelificación entre 285,64 y 806,03 g fuerza. La pectina extraída a pH 4 y 90°C mostró un poder gelificante de 422,16 g fuerza, pureza 62,26 g/100g de AGA y un rendimiento de extracción de 3,89 g/100g, y permitió preparar una mermelada con un nivel de agrado promedio de me gusta moderadamente. Las pectinas de cáscaras de cacao presentan potencial aplicación en la industria de alimentos, pero es necesario optimizar los parámetros de extracción para aumentar su rendimiento.

(Pinheiro, 2008). Usó en su investigación “Extracción acida de pectina de cascara de maracuyá” el diseño de experimentos (metodología de superficie de respuesta) fijó como variables independientes la concentración de ácido cítrico (0.086 – 2.91% peso sobre volumen) y el tiempo de extracción (17-102 min). La variable de respuesta fue rendimiento de la pectina. La materia prima utilizada fue la fruta “maracuyá”; las condiciones óptimas de las variables de respuesta fueron 0.086 w/v de ácido cítrico y 60 minutos de tiempo de extracción.

(Mendoza, Jiménez, Ramírez, 2017). En su investigación “Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*)” Tuvo como propósito evaluar el rendimiento y las características de la pectina extraída enzimáticamente a partir de la cáscara, pericarpio del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*); para ello, se realizó un diseño de tipo unifactorial, con 4 niveles de tratamiento, variando la concentración de complejo enzimático comercial Viscozyme L., de la marca Novozyme®. La pectina obtenida fue caracterizada, de acuerdo a la metodología planteada por Owens et al. 1952. Se elaboró un producto comercial tipo conserva (mermelada), donde se comparó la pectina obtenida enzimáticamente, con pectina comercial de alto y bajo metoxilo; en ambos casos fue evaluada la viscosidad aparente del fluido obtenido. Como resultados, se obtuvo mayor rendimiento de extracción de pectina promedio ($13,0 \pm 0,53\%$), utilizando la mayor concentración de complejo enzimático ($82,9 \mu\text{L}/100\text{g}$ cáscara), presentando diferencias significativas con los demás tratamientos ($p < 0,05$); el porcentaje de metóxilo (ME) fue de $1,58 \pm 0,01\%$, el peso equivalente (PE) $5091,4 \pm 77,6 \text{ mg/meq}$; la acidez libre (AL) $0,20 \pm 0,01 \text{ meq/g}$; el grado de esterificación (GE) $72 \pm 0,1\%$ y el porcentaje de ácido anhídrido galacturónico (AAG) $12,5 \pm 1,0\%$. Con respecto al producto comercial, se observaron características reológicas de un fluido no Newtoniano pseudoplástico, con una viscosidad aparente máxima de $6043,7 \text{ mPa.s}$ y mínima de $1741,3 \text{ mPa.s}$, al aumentar la fuerza del torque, presentando una menor capacidad viscosante que la pectina comercial. De acuerdo a los resultados obtenidos, se demostró que existe la oportunidad de obtener pectinas a partir de residuos del sector cacaotero, utilizando enzimas comerciales, con posibles usos en la industria alimentaria

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1 Hipótesis general

Empleando los parámetros adecuados se logrará extraer mayor rendimiento de pectina de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) para su aplicación en la agroindustria.

2.3.2 Hipótesis específicas

Los adecuados parámetros maximizarán el rendimiento de la pectina.

- El pH y la temperatura influirán en el tipo de pectina.
- La viscosidad dependerá de los parámetros de obtención.

- La pectina evaluada mediante la mermelada de fresa buenas características sensoriales.

2.4 VARIABLES

2.4.1 Variable independiente

X1: Relación de parámetros en la extracción de pectina

X1= pH (2.0; 3.0 y 4.0)

X2=Temperatura (60 °C y 80 °C)

2.4.2 Variable dependiente

Y1: Rendimiento.

Y2: Tipo de pectina

Y3: Viscosidad de la pectina

Y4: Características sensoriales de la mermelada con el uso de la pectina obtenida de la cascara de cacao.

2.4.3 Operacionalización de variables

Asimismo, en la siguiente Tabla se muestra la operacionalización de variables.

Tabla 6. Se muestra la operacionalización de variables

Definición de variables	Operacionalización de variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems
<p>Independientes:</p> <p>X₁: Parámetros para la extracción (pH, temperatura y tiempo).</p> <p>Extracción: Procedimiento de separación de una sustancia que está contenida en un cuerpo.</p> <p>Pectina: Sustancia neutra que se encuentra en muchos tejidos vegetales y que se emplea en alimentación para dar consistencia a la mermelada y a la gelatina.</p>	<p>La utilización del parámetro adecuado dará mejor rendimiento de la pectina para su aplicación en la industria alimentaria.</p>	<p>Parámetros de extracción</p>	<p>ph: 2 T1: (60°C)(75') T2: (80°C)(75')</p> <p>ph: 3 T3: (60°C)(75') T4: (80°C)(75')</p> <p>ph: 4 T5: (60°C)(75') T6: (80°C)(75')</p>	<p>¿Cuál será el parámetro adecuado para la extracción de la pectina a partir de la cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) que dará el mejor rendimiento para su utilización en la industria alimentaria?</p>
<p>Dependientes:</p> <p>Y₁: Rendimiento de la pectina.</p> <p>Y₂: Tipo de pectina</p> <p>Y₃: Viscosidad</p> <p>Y₄: Características sensoriales de la mermelada.</p>		<p>Rendimiento</p> <p>Análisis fisicoquímico</p> <p>Viscosidad</p> <p>Análisis sensorial</p>	<p>Peso equivalente en gramos</p> <p>Porcentaje de metoxilo.</p> <p>Sabor, Color, Olor y Consistencia</p>	

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación es aplicada por reunir las condiciones metodológicas, y está orientada a la determinación de parámetros óptimos en la extracción de pectina a partir de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*), para maximizar el rendimiento y la calidad de la pectina.

3.1.2 Nivel de investigación

Es experimental porque intencionalmente se manipula las variables independientes; midiendo sus efectos en la variable dependiente.

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, y por su nivel de características es experimental, debido a que se realizó mediante la observación, registro y análisis de las variables creados para facilitar la manipulación de los mismos.

3.2 LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizará en el laboratorio de análisis por instrumentación, laboratorio de procesos agroindustriales alimentarios de la EAP Ingeniería agroindustrial, cuyas instalaciones son pertenecientes a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco.

Ubicación y geografía:

Ubicación política

Región : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Pillcomarca
Lugar : Cayhuayna – UNHEVAL

Ubicación geográfica

Latitud Sur : 09°58'12"
Longitud Oeste : 75°15'08"
Altitud : 1920 msnm.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

La población, La población viene a ser la pectina extraída de la cascara del cacao.

Las muestras, La muestra fue la cantidad de cáscara de cacao en gramos que se empleó en cada uno de los tratamientos, cuyo material de investigación fue procedente de la provincia de Tocache, departamento de San Martín. Se utilizó un total de 2 250 kg. De cascara de cacao.

La unidad de análisis, La unidad de análisis de esta investigación estuvo conformada por la pectina, que fue obtenido de la cáscara de cacao empleando diferentes parámetros de extracción.

3.4 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

La cáscara fue obtenida del cacao, la cual fue sometida a una extracción ácida, considerando diferentes parámetros tecnológicos, que son los que se da a conocer en la tabla 7.

Tabla 7. Tratamientos de la investigación

Tratamiento	Tiempo	Ph	Temperatura (°C)
T1		2	60
T2			80
T3	75 minutos	3	60
T4			80
T5		4	60
T6			80

3.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

En el estudio para la determinación de los parámetros tecnológico óptimos en la obtención de pectina.

Hipótesis nula

Ho: Los seis tratamientos empleando la relación de diferentes parámetros muestran el mismo rendimiento en la obtención de pectina.

$$Ho: T1 = T2 = T3 = T4 = T5 = T6 = 0$$

Hipótesis de investigación

H1: Al menos una de la relación de los diferentes parámetros, presenta diferencia en cuanto al rendimiento de la pectina.

H1: Al menos un $T_i \neq 0$

En la determinación del tipo de pectina.

Hipótesis nula

Ho: No existe diferencias significativas en la evaluación del tipo de pectina en ninguno de los tratamientos.

Ho: $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = 0$

Hipótesis de investigación

H1: Al menos uno de los tratamientos es diferente en cuanto al tipo de pectina.

H1: Al menos un $T_i \neq 0$

En la evaluación de la viscosidad de la pectina.

Hipótesis nula

Ho: Los seis tratamientos evaluados otorgan la misma viscosidad.

Ho: $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = 0$

Hipótesis de investigación

H1: Al menos uno de los tratamientos es diferente en la evaluación de la viscosidad de la pectina.

H1: Al menos un $T_i \neq 0$

En la evaluación de las características sensoriales

Hipótesis nula

Ho: El uso pectinas en la mermelada de fruta otorgan iguales características sensoriales

Ho: $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = 0$

Hipótesis de investigación

H1: Al evaluar la pectina en la mermelada de fruta al menos uno de los tratamientos otorga diferentes características sensoriales

H1: Al menos un $T_i \neq 0$

3.5.1 Diseño de la investigación

En el estudio para la determinación de los parámetros óptimos en la obtención de pectina.

Se realizó el calentamiento de la cáscara seca a diferentes temperaturas, pH y a un tiempo determinado, del mejor tratamiento de acuerdo a los tratamientos propuestos (Tabla 7). Se determinaron el rendimiento de pectina a 60 y 80 °C, analizando estadísticamente y seleccionando al mejor tratamiento. Para ello se sometieron los resultados obtenidos a un Diseño Completamente al Azar (DCA) para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos.

El modelo matemático correspondiente es un Diseño Completamente al Azar (DCA) tiene la ecuación siguiente:

Donde:

Y_{ij} : Rendimiento de la pectina obtenida de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) de la j – ésima sometido al i – ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

τ_i : Efecto del i -ésimo tratamiento (Ph, temperatura y tiempo de calentamiento).

E_{ij} : Efecto del error experimental.

Para la clasificación de los tratamientos, se aplicará la prueba de Tukey a $\alpha = 5\%$.

Además, se efectuó el mismo diseño de investigación para la determinación del tipo de pectina, mediante el grado de esterificación, calculado por titulación en cuanto al porcentaje de metoxilo y mediante el texturometro se analizó la pectina existente en la cascarilla del cacao.

En el estudio de las características sensoriales de la mermelada de fresa con el uso de la pectina obtenida de la cascara de cacao.

Para evaluar la pectina que se obtendrá a partir de la cascara de cacao, se realizó una evaluación sensorial, la que se trabajara con la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Anzaldúa y Morales 2004).

3.5.2 Datos a registrar

De acuerdo a los objetivos y variables del estudio, se registraron las cantidades de materia prima e insumos a utilizados, el rendimiento, tipo de pectina y viscosidad de la pectina obtenida de la cascara de cacao.

3.5.3 Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

Para la obtención y registro de datos se utilizaron formatos elaborados acorde al estudio, memorias USB para el almacenamiento de datos, cuaderno de apuntes lápices, etc.

Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- Análisis documental. - permitirá el análisis del material a estudiar y precisar desde un punto de vista formal y después desde su contenido.
- Análisis de contenido. - Estudiar y analizar de una manera objetiva y sistemática el documento leído.
- Fichaje. - permitirá registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente nos servirán de valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

Técnicas de campo

Observación. - Esta técnica nos permitirá obtener información sobre las observaciones a realizar directamente del proceso de obtención de la pectina de la cáscara de cacao.

Instrumento de investigación documental

Fichas de investigación o documentación

- Comentario, resumen y combinadas

Fichas de registro o localización

- Bibliografías, hemerografías e internet

Instrumento de recolección de información en laboratorio

Cuaderno de apuntes.

Procesamiento y presentación de los resultados

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Windows 8 con sus hojas: de texto Word y de cálculos Excel. De acuerdo al diseño de investigación la presentación de los resultados es en

cuadros, y figuras según corresponda y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizó el software estadístico (SPSS).

3.6 MATERIALES Y EQUIPOS

3.6.1 Materiales e Insumos

a. Materiales

Vaso precipitado de 1000 mL, vaso precipitado de 500 mL, probeta, peseta, bagueta, colador, termómetro, placas y reactivos: ácido sulfúrico, ácido cítrico, ácido nítrico o ácido sulfúrico, cloruro de sodio (ClNa) o alcohol al 80%.

b. Insumos

Materia prima: Cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) del clon CCN 51.

3.6.2 Equipo e instrumentos

a. Equipos

Estufa

Balanza

pH-metro

3.7 CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la Figura 3. Se presenta el esquema experimental que se realizó del presente trabajo de investigación:

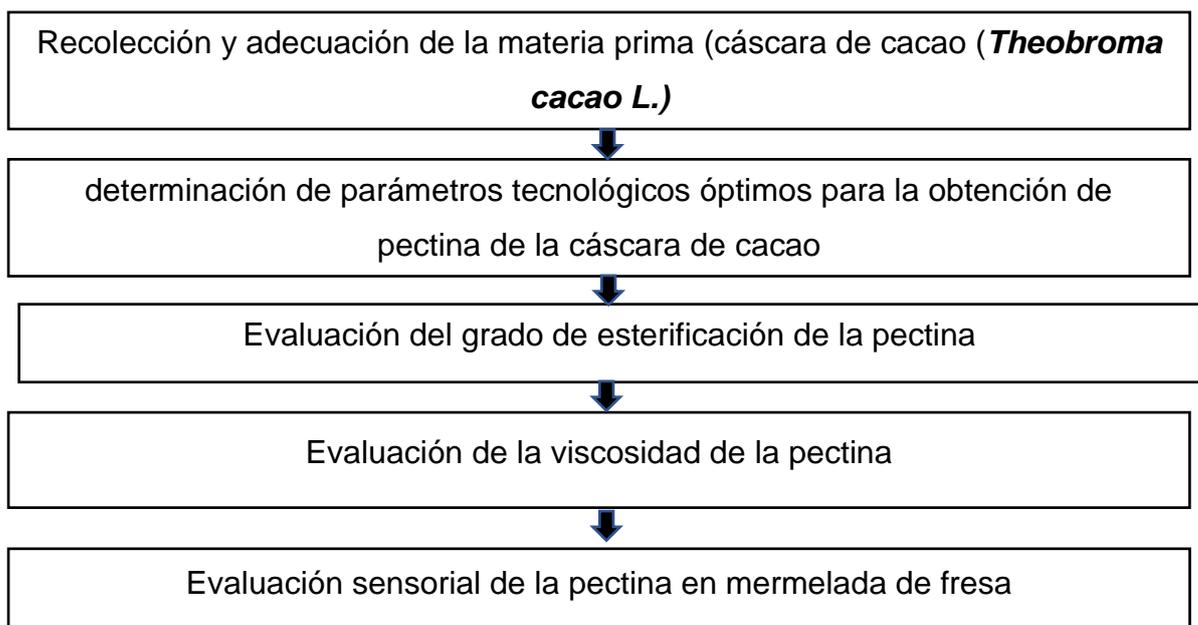


Figura 3. Esquema experimental para la conducción del trabajo de investigaciones.

3.7.1 Recolección y adecuación de la materia prima (cáscara de la mazorca de cacao).

Las cáscaras de cacao fueron recolectadas por el encargado de la investigación de los campos de los cultivos de cacao después de la cosecha del mismo.

Posterior a eso se realizó un tratamiento previo de la cáscara; por lo cual en el acondicionamiento de la cáscara, lo primero que se tuvo que hacer, fue cortar la cáscara en trozos y luego se colocaron en un recipiente de vidrio, con un litro de agua destilada, a una temperatura entre 85 y 95°C durante 15 minutos, con la finalidad de inactivar las enzimas pectinesterasas que hidrolizan los grupos de ésteres metílicos, formando metanol y pectinas de menor metoxilo; inactivando también la poligalacturonasa que rompe los enlaces glucosídicos entre moléculas galacturónicas, despolimerizando la cadena a fracciones más cortas y, finalmente, llegando al ácido galacturónico (Carbonell 1990).

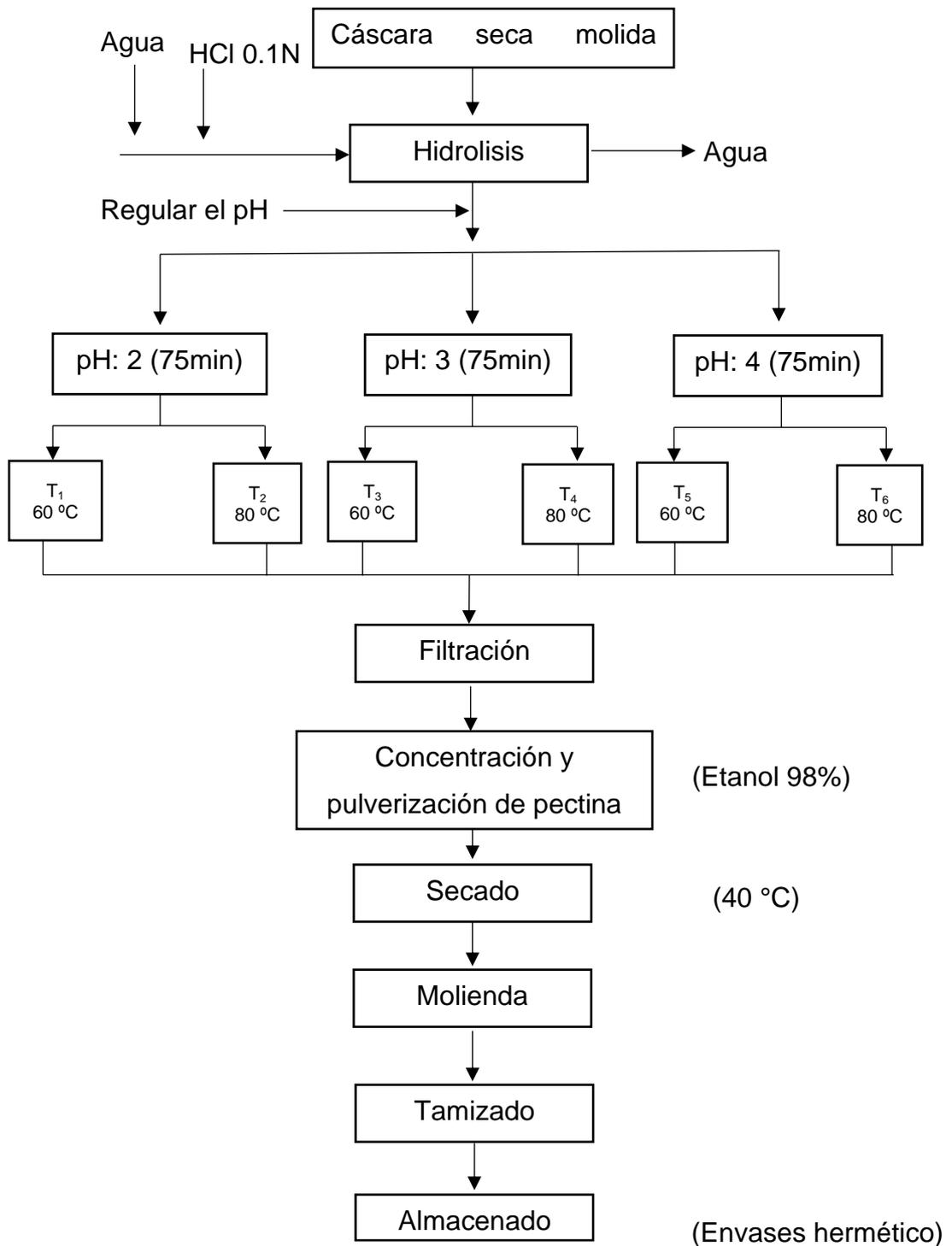
Mediante una tela de lienzo se separó el sólido del agua destilada, extrayendo la mayor cantidad de agua posible y lavando el sólido varias veces con agua destilada, para eliminar los azúcares y flavonoides.

Este proceso se repitió por tres veces más. Los sólidos de la cáscara del cacao se dejaron en reposo por 24 horas en alcohol etílico 98 % para terminar de separar a los carotenoides y flavonoides. Finalmente, los sólidos de la cáscara se secaron en una estufa 60°C hasta alcanzar 8% de humedad o peso constante; se pesaron, pulverizaron y se envasaron herméticamente.

3.7.2 Determinación de parámetros óptimos en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.

Seguidamente se detalla el flujograma que se utilizó para la obtención de la pectina a partir de la cáscara de la mazorca del cacao, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Flujograma de la obtención de pectina



Descripción del proceso

Se emplearon 25 gramos de muestra seca y pulverizada por cada tratamiento, empleándose HCl 0,1 N, para la regulación del pH en los diferentes tratamientos como solución extractiva, luego se somete a un proceso de hidrólisis acida empleando una cocina a diferentes temperaturas en un sistema bajo reflujo con agitación constante, hasta alcanzar las temperaturas indicada en cada tratamiento durante 75 minutos.

Luego la mezcla hidrolizada se dejó enfriar por 30 minutos para minimizar la degradación por el calor y se filtró de 2 a 3 veces en una tela de linillo, se exprimó manualmente separando el material solido de la fase liquida en la cual se encontraba disuelta la pectina. A la solución pectica se le agregó etanol al 98% para precipitar la pectina, dejándola en reposo por una hora. La pectina flotante fue filtrada, lavada con etanol de 98° y secado en una estufa a 40°C por 8 horas hasta obtener peso constante. Luego se esparció de manera uniforme sobre una fuente acrílico previamente pesado con el fin de determinar la cantidad de pectina obtenida mediante la diferencia entre el peso final e inicial. Una vez seca la pectina se procedió a la trituración, la cual se realizó en forma manual en crisoles hasta su pulverización total, la cual se consiguió usando un tamiz. En el envasado se realizó en bolsas de cierre hermético para garantizar su estabilidad, en el almacenamiento la pectina empacada se llevó a almacenar en un lugar seco y fresco a temperatura ambiente (28-30 °C).

3.7.3 Evaluación del grado de esterificación de la pectina

Se utilizó el método descrito por Owens (1952) donde se pesó 0,5 g de pectina, mezclándose con 5 mL de alcohol y 1g de NaCl, luego se añadió 100 mL de agua destilada libre de CO₂ y unas gotas de indicador Rojo de Fenol, manteniéndola en agitación hasta que la pectina se disolvió completamente. Esta solución se neutralizó con NaOH a 0,1 N, luego de lo cual se adicionó 25 mL de NaOH a 0,25 N y se dejará en reposo por 30 min en un Erlenmeyer con tapa. Posteriormente se adicionó 25 mL de HCL a 0,25 N, y se agitó hasta obtener una solución amarillenta, finalmente se tituló con NaOH a 0,1 N(GL).

Por lo que el grado de esterificación se calculó 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:

$$\% \text{ Grado de esterificación (Ge)} = (\text{meq B} / \text{meq A} + \text{meq B}) 100$$

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 metoxilo.

3.7.4 Evaluación de la viscosidad de la pectina

La viscosidad se determinó mediante un Viscosímetro Rotacional de Cilindros Concéntricos Brookfield, modelo RVDV III Ultra.

Se evaluó la viscosidad de la pectina mediante la determinación del peso molecular del siguiente modo. Se prepararán muestras que contengan 0,2; 0,4; 0,6 y 0,8% (w/v) de pectina, luego se disolverá en una solución al 0,1 Molar de cloruro de sodio, y se determinó la densidad de las muestras por repetido, luego se regularon el baño maría a 25 °C y se colocó 10 ml de solución en el viscosímetro capilar y con estos datos obtenidos se determinaron la viscosidad relativa (nr) con relación a la solución de cloruro de sodio, luego se graficó la Concentración (C), expresado en (g/100 cm³) frente a ((nr-1)/C). Por regresión se determinó el término independiente de la ecuación de recta formado, este valor es conocido como viscosidad intrínseca (ni). Utilizando la ecuación se despeja el peso molecular (M) (Rojas 2008).

3.7.5 Evaluación de la pectina de cáscara de cacao en referencia a la pectina comercial a través de la mermelada de fresa.

En la figura 5, se presenta el flujograma de elaboración de la mermelada de fresa con el uso de la pectina obtenida a partir de la cascara de cacao, así como también se muestra la descripción de las operaciones según (Barazarte Barazarte, 2006).

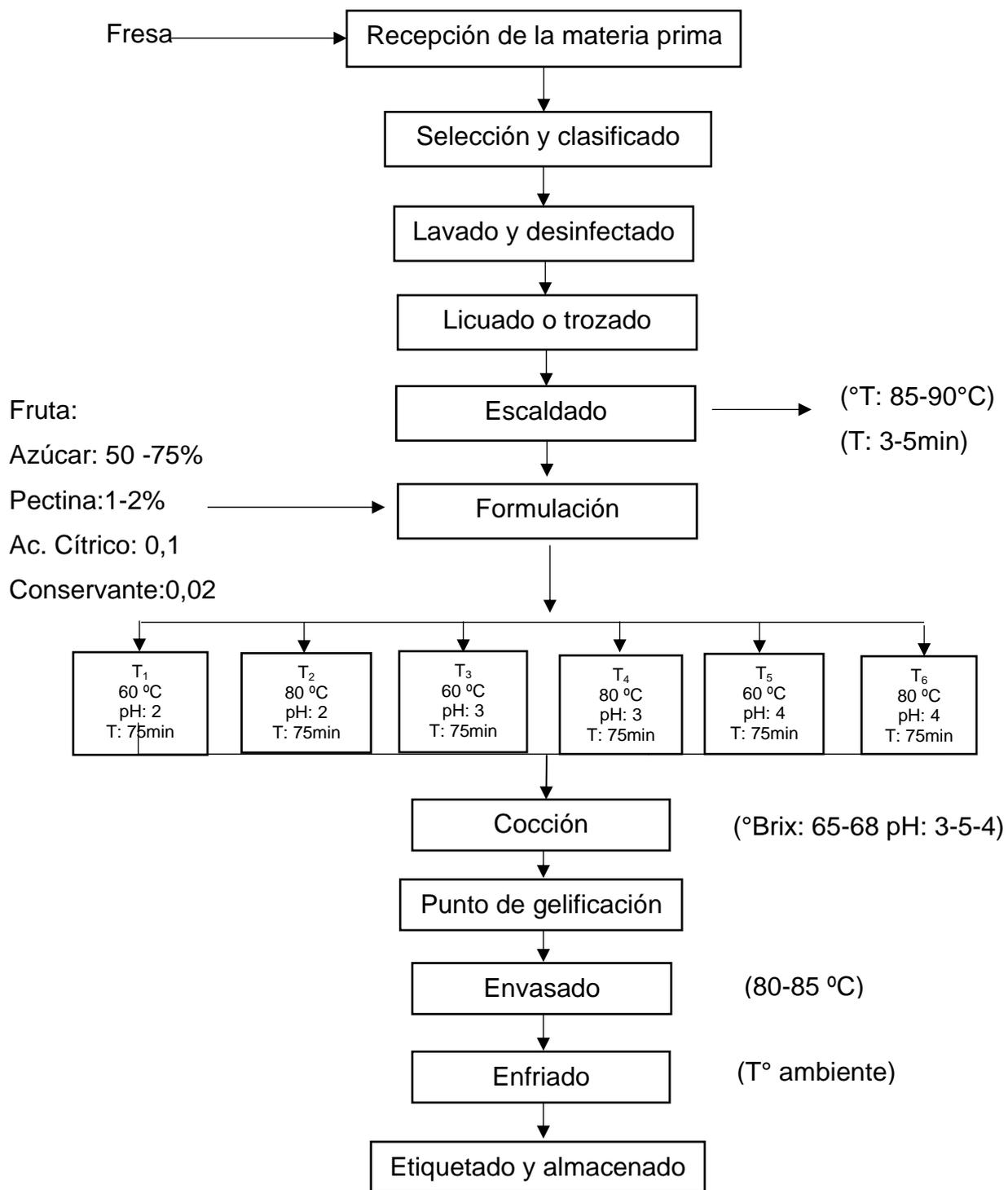


Figura 5. Flujograma de la obtención de la mermelada

Descripción del proceso de elaboración

Recepción de materia prima: En esta actividad se efectuó el recibo de la fruta y se registraron sus características principales, tales como Proveedor, procedencia, costo; así como también se pesó la fresa pues es importante para determinar rendimientos y calcular la cantidad de los otros ingredientes que se añaden posteriormente.

Selección y clasificado: En esta operación se eliminaron aquellas frutas en estado de podredumbre. Ya que la calidad de la mermelada dependerá de la fruta.

Lavado y desinfectado: Se realiza con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que puedan estar adherida a la fruta.

Licuada o trozado: En esta operación se realizó el trozado para reducir el tamaño de la fresa con la finalidad de facilitar la cocción.

Escaldado: En esta etapa las fresas se sumergen en agua limpia para destruir las enzimas pécticas que hidrolizan la pectina. Se realiza el escaldado a 85 90°C por 3 a 5 minutos.

Formulación: En esta etapa se determina el contenido de ácido cítrico (Hasta ajustar el pH, el contenido de pectina, los sólidos solubles (azúcar), conservantes y la cantidad de pulpa. Azúcar: 50% - 75%, ácido cítrico: 0,1 % pectina: 1- 2 %, sorbato de potasio: 0,02 %.

Cocción: En este proceso se realizó la cocción donde se adicionará el azúcar. Ac. Cítrico, pectina y el sorbato de potasio, teniendo en cuenta que la cocción dependiendo de la Variedad y textura de la materia prima.

Punto de gelificación: Operación donde se hace la prueba de la gota.

Envasado: En esta operación se realizó el envasado de la mermelada a temperatura ambiente.

Enfriado: En esta operación se dejó enfriar el producto final para facilitar el etiquetado.

Etiquetado: En este proceso se realizó el etiquetado con la marca respectiva de la entidad.

Almacenado: En esta operación se almaceno el producto en un lugar fresco, limpio y seco con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización.

3.7.6 Evaluación sensorial de la pectina mediante la mermelada de fruta.

La evaluación sensorial de las muestras se realizó con un panel de degustadores semi-entrenados, compuesto de 15 personas estudiantes de la EAP de Ingeniería Agroindustrial de ambos sexos, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Se evaluó diferentes atributos como el sabor, olor, color, consistencia y aspecto general; para ello utilizamos el método de análisis comparativo con escalas hedónicas de 1 a 7 puntos, establecido por Anzaldúa y Morales (2004) y el análisis estadístico a través de la prueba no paramétrica de Friedman.

Tabla 8. Escala hedónica para la determinación de los atributos (sabor, olor, color y consistencia).

Valor	Sabor	Olor	Color	Consistencia
7	Excelentemente agradable	Excelente	Excelente	Excelente
6	Muy agradable	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
5	Agradable	Bueno	Bueno	Bueno
4	Indiferente	Regular	Regular	Regular
3	Desagradable	Malo	Malo	Malo
2	Muy desagradable	Muy malo	Muy malo	Muy malo
1	Pésimamente desagradable	Pésimo	Pésimo	Pésimo

Fuente: Anzaldúa y Morales (2004).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de parámetros óptimos en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.

Los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de pectina se muestran en el anexo 1, donde se encontraron diferencias altamente significativas para los factores pH, Temperatura y para los niveles de interacción de ambos.

4.1.1 Efecto del factor pH en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.

En la Tabla 9 se muestran las diferencias estadísticas entre los tres niveles de pH en la obtención de pectina de cáscara de cacao. La prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) reveló que a pH 2 se logró obtener la mayor cantidad porcentual de pectina y se diferencia estadísticamente de los pH 3 y 4.

Tabla 9. Prueba de Tukey para el efecto del factor pH en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.

pH	Rendimiento promedio (%)	Clasificación $\alpha = 0,05$
pH 2	5,89	a
pH 3	1,71	b
pH 4	1,15	c

4.1.2 Efecto del factor temperatura en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.

Con respecto al factor temperatura el análisis de varianza (anexo 1) indicó que ambos niveles de temperatura se diferencian significativamente, por lo que, al obtenerse el mayor rendimiento (4,23 %) con la temperatura de 80°C, se considera a este tratamiento con el mejor para la extracción de la pectina, la clasificación de acuerdo a lo indicado se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Efecto del factor temperatura en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.

Temperatura	Rendimiento promedio (%)	Clasificación $\alpha = 0,05$
T 80 °C	4,23	a
T 60 °C	1,60	b

4.1.3 Efecto de la interacción de los niveles de los factores pH y temperatura en la obtención de pectina de la cáscara de cacao.

Al determinarse diferencias significativas en la interacción de los factores pH y Temperatura (ver anexo 1) se recurrió a la prueba de Tukey para clasificarlos estadísticamente, Tabla 11, el rendimiento de extracción de pectina demostró un mínimo promedio de 0,88 % (T6) y máximo promedio de 9,80 % (T2); es decir con la interacción de pH 2 y temperatura de maceración de 80° con un tiempo de 75 min de maceración.

Tabla 11. Resultado obtenido en la extracción de la pectina a partir de la cascara de cacao.

Tratamientos	Cantidad de muestra (g)	Pectina obtenida(g)	Rendimiento (%)
T1 (pH:2, T°: 60 °C y T:75 min)	25	0,495	1,98 ^b
T2 (pH:2, T°: 80 °C y T:75 min)	25	2,451	9,80 ^a
T3 (pH:3, T°: 60 °C y T:75 min)	25	0,353	1,41 ^c
T4 (pH:3, T°: 80 °C y T:75 min)	25	0,501	2,00 ^b
T5 (pH:4, T°: 60 °C y T:75 min)	25	0,352	1,41 ^c
T6 (pH:4, T°: 80 °C y T:75 min)	25	0,221	0,88 ^d

*: El rendimiento de pectina con igual letra en la columna de significación no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

Como se muestra en la Tabla 11 a tiempos de extracción constante, la disminución del pH a una temperatura de 80 °C produce un incremento el rendimiento de la

pectina extraída. De acuerdo a la tabla 9, el tratamiento T2 (con pH:2, T°: 80 °C y T:75 min) es estadísticamente diferente respecto a los demás tratamientos, considerándose como el mejor de acuerdo al resultado obtenido. Mientras tanto los tratamientos T4 (con pH:3, T°: 80 °C y T:75 min) y T1 (con pH:2, T°: 60 °C y T:75 min) son estadísticamente iguales, al igual que los tratamientos T3 (con pH:3, T°: 60 °C y T:75 min) y T5 (con pH:4, T°: 60 °C y T:75 min), finalmente el tratamiento T6 (pH:4, T°: 80 °C y T:75 min) es el que tiene menos rendimiento de pectina siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

Los valores mostrados en la Tabla 11 difieren con los resultados obtenidos por Mendoza, Jiménez, Ramírez (2017) en su Investigación “Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, esto posiblemente se deba al método de extracción, puesto que en la presente investigación se realizó por el método de hidrólisis acida y no por tratamientos enzimáticos.

4.2 De la evaluación del tipo de pectina según el grado de esterificación.

En el anexo 2, se muestran los resultados de la evaluación del porcentaje de esterificación de la pectina extraída de la cáscara de cacao, según los tratamientos estudiados. El análisis de varianza indica diferencias significativas para los dos factores pH y Temperatura, como también para los niveles de interacción de ambos factores.

4.2.1 Efecto del factor pH en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

Con respecto al factor pH, en la Tabla 12 se muestran las diferencias estadísticas entre los tres niveles y su efecto en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao. Los análisis estadísticos reveló que a pH 2 se logró obtener el mayor porcentaje de esterificación de la pectina y se diferenció estadísticamente de los otros niveles, asimismo, no se hallaron diferencias estadísticas entre los pH 3 y 4.

Tabla 12. Prueba de Tukey para el efecto del factor pH en el grado de esterificación de la pectina de la cáscara de cacao.

pH	Porcentaje de esterificación	Clasificación $\alpha = 0,05$
pH 2	69,52	a
pH 4	64,95	b
pH 3	64,58	b

4.2.2 Efecto del factor temperatura en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

Como se señaló, los resultados del análisis de varianza del anexo 2, demostraron diferencias estadísticas para las temperaturas de extracción de 60 y 80°C. En la Tabla 13, se muestran las diferencias estadísticas entre los dos niveles de temperatura en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara, se reveló que a la temperatura de 80 °C se logró el mayor porcentaje de esterificación de la pectina.

Tabla 13. Efecto del factor temperatura en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

Temperatura	% de esterificación	Clasificación $\alpha = 0,05$
T 80 °C	67,14	a
T 60 °C	65,56	b

4.2.3 Efecto de la interacción de los niveles de los factores pH y temperatura en el grado de esterificación de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

Los datos registrados en el anexo 2, presentaron evidencias estadísticas de diferenciación, en el grado de esterificación de la pectina, cuando interactuaron los niveles de pH y temperatura. En la Tabla 14, se muestra los resultados de la clasificación de tratamientos (prueba de Tukey con $\alpha=0,05$), según los niveles de interacción de los factores utilizados.

Tabla 14. Determinación del grado de esterificación de la pectina.

Tratamientos	% de esterificación
T1 (pH:2, T°: 60 °C y T:75 min)	64,5 ^{bc}
T2 (pH:2, T°: 80 °C y T:75 min)	74,5 ^a
T3 (pH:3, T°: 60 °C y T:75 min)	65,0 ^{bc}
T4 (pH:3, T°: 80 °C y T:75 min)	64,1 ^{bc}
T5 (pH:4, T°: 60 °C y T:75 min)	67,1 ^b
T6 (pH:4, T°: 80 °C y T:75 min)	62,8 ^c

*: El % de esterificación de pectina con igual letra en la columna de significación no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

El grado de esterificación (GE) en las pectinas de cascara de cacao fue mayor a 60%, como se puede verificar en la Tabla 14, clasificándose dentro del grupo de pectinas de alto metoxilo, siendo las más apreciadas dentro de la industria alimentaria, en general, pues a mayor grado de esterificación, se incrementa su viscosidad, importante en el momento de la elaboración de productos, cuyos resultados concuerdan con lo mencionado por (Pagan, 1998). Asimismo según reporta Adomako (1972), se obtuvieron pectinas de la cascara de cacao con un grado de esterificación entre 60 y 76%. Donde en la presente investigación se puede observar que nos encontramos con un porcentaje mayor a lo esperado, debido a que podrían existir grupos carboxilo esterificados con otros grupos como metoxilos o amidas (Barazarte, 2008).

4.3 De la evaluación de la viscosidad en comparación a la pectina comercial.

En el anexo 3, se muestran los resultados de la determinación de la viscosidad, expresado en centipois (cP), de la pectina extraída de la cáscara de cacao, según los tratamientos estudiados. El análisis de varianza, también del anexo 3, indica diferencias no significativas para el factor pH ($p= 0,748$), en tanto que para el factor Temperatura ($p= 0,022$), así como para la interacción de los niveles de pH y temperatura ($p=0,003$), si hubo diferencias estadísticas.

4.3.1 Efecto del factor pH en la viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

En la Tabla 15, se muestran la clasificación de la viscosidad de las pectinas extraídas de la cáscara de cacao con los tres niveles de pH, al igual que el análisis de varianza (anexo 3) no se registran diferencias estadísticas entre los tres niveles de pH.

Tabla 15. Prueba de Tukey para el efecto del factor pH en la viscosidad de la pectina de la cáscara de cacao.

pH	Viscosidad (cP)	Clasificación $\alpha = 0,05$
pH 2	1,7967	a
pH 4	1,8050	a
pH 3	1,8050	a

4.3.2 Efecto del factor temperatura en la viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

En la Tabla 16 se muestran las diferencias estadísticas entre los dos niveles de temperatura en la viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara, con respecto al factor temperatura el análisis de varianza (anexo 3) indicó que ambos niveles de temperatura se diferencian significativamente, por lo que, al determinarse la mayor viscosidad obtenerse el mayor rendimiento (1,826 cP) con la temperatura de 80°C, se considera a este tratamiento con el mejor para la extracción de la pectina.

Tabla 16. Efecto del factor temperatura en la viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

Temperatura	Viscosidad (cP)	Clasificación $\alpha = 0,05$
T 80 °C	1,826	a
T 60 °C	1,789	b

4.3.3 Efecto de la interacción de los niveles de los factores pH y temperatura en el grado de viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.

Los datos de viscosidad mostrados en el anexo 3, indicaron diferencias estadísticas en la viscosidad de la pectina, cuando interactuaron los niveles de pH y temperatura. En la Tabla 17, se muestra los resultados de la clasificación de tratamientos (prueba de Tukey con $\alpha=0,05$), según los niveles de interacción de los factores utilizados.

Tabla 17. Viscosidad en la pectina de la cascara de cacao

Tratamientos	Viscosidad (cP)
T1	1,77 ^b
T2	1,83 ^b
T3	1,82 ^b
T4	1,79 ^b
T5	1,78 ^b
T6	1,83 ^b
PC	12,57 ^a

*: Las viscosidades de pectina con igual letra en la columna de significación no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

En la Tabla 17, se muestra la contrastación entre tratamientos y respecto a la pectina comercial con la prueba Tukey correspondiente a la viscosidad. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que la pectina comercial es la que posee mayor viscosidad respecto a los tratamientos en estudio, siendo este estadísticamente diferente; mientras tanto los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, y T6 son estadísticamente iguales presentando las mismas características en cuanto a viscosidad se refiere. Esto se deba probablemente a que las pectinas comerciales son del tipo de alto metoxilo con mayor grado de esterificación, puesto que la viscosidad es una de las características que depende del grado de esterificación como lo menciona Alfonso García (2010).

4.4 De la evaluación sensorial de la pectina de cáscara de cacao en referencia a la pectina comercial a través de la mermelada de fresa.

En la Tabla 18, se muestra la evaluación sensorial de la mermelada de fresa elaborada con pectina comercial y con cascara de cacao.

Tabla 18. Evaluación sensorial de la mermelada de fresa con pectina comercial y con cascara de cacao.

Tratamientos	Sabor	Olor	Color	Consistencia
T1	5,07 b	5,73 a	5,60 b c	5,13 a
T2	6,13 a	6,07 a	6,07 a b	5,93 a
T3	4,33 c	4,93 b	5,13 d c	4,80 c d
T4	5,07 b	5,87 a	4,53 c d	5,40 b
T5	4,27 c	5,13 b	4,80 e	4,40 d
T6	4,40 c	5,00 b	4,87 e	4,60 d
PC	6,07 a	6,07 a	6,00 a	6,00 a

Con relación al sabor, existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente sabor. Como se observa, la mermelada obtenida con el uso de la pectina comercial (PC) y la mermelada obtenida con el uso de la pectina de cacao (T2); estadísticamente tuvieron la misma aceptación por parte de los panelistas a diferencia de los demás tratamientos que obtuvieron una menor aceptación respecto a la mermelada obtenida con el uso de la pectina comercial.

Con relación al olor, existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente olor. Según los resultados mostrados, en la evaluación de la pectina obtenida de la cascara de cacao respecto a la pectina comercial, se puede verificar que la mermelada con la pectina comercial al igual que los tratamientos T2, T4 y T1 fueron los tuvieron mayor aceptación por partes de los panelistas, siendo también estadísticamente iguales; pero difieren de los tratamientos T5, T6, y T3 los cuales tuvieron menor aceptación en cuanto al atributo olor se refiere.

Con relación al color, se muestra la contrastación de la prueba de color con Friedman en la contratación de la prueba color, se puede observar que la mermelada donde se usó la pectina de la cascara de cacao (T2) tuvo mayor aceptación por parte de los panelistas respecto a la pectina comercial.

Con relación a la prueba de consistencia con Friedman existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente consistencia. Como se muestra para el atributo consistencia el tratamiento T2 y PC (tratamiento con el uso de la pectina comercial) fueron los que mayor aceptabilidad tuvieron; siendo estadísticamente iguales entre ambos, pero diferente estadísticamente de los tratamientos T4, T1, T3, T6 y T5.

Según los resultados del análisis sensorial aplicado para la evaluación entre la mermelada elaborada con pectina de cáscara de cacao y la mermelada elaborada con pectina comercial, demuestra que no existe diferencia significativa entre ambos productos para el atributo sabor, olor y consistencia, según los resultados del análisis de varianza. Sin embargo, sí existe diferencia significativa en la evaluación del color, siendo la mermelada donde se utilizó la pectina comercial la de mayor aceptación por parte de los evaluadores. La mermelada preparada con pectina comercial presentó mayor preferencia que la mermelada hecha con pectina de cáscara de cacao.

La mermelada preparada con pectina comercial presentó mayor preferencia que la mermelada hecha con pectina de cáscara de cacao. Estos resultados obtenidos se asemejan con lo mencionado por Barazarte, (2008), quien en la evaluación de su pectina de la cascara de cacao obtuvo un nivel de agrado promedio de me gusta moderadamente.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados de la investigación llego a las siguientes conclusiones:

- ✓ El mayor rendimiento obtenido de las corridas experimentales fue de 2.45 g/25g, bajo las condiciones de pH 2, temperatura de maceración 80°C y tiempo de 75 min.; seguido de un rendimiento de 0.50 g/25g a pH 3, temperatura 80°C y tiempo de 75 min, aplicando ácido clorhídrico en la etapa de hidrolisis para todos los tratamientos.
- ✓ La pectina de cáscara de cacao obtenida es una pectina de alto metoxilo puesto que presenta un grado de esterificación mayor a 60% que confirman la fuerza del gel y esta característica química determina su capacidad para formar geles en presencia de azúcar y ácido, por la q la pectina obtenida puede ser empleada en mermeladas, jaleas, yogures de fruta, bebidas de baja calorías, confites, en productos farmacéuticos ya que tiene un efecto positivo en la reducción del colesterol.
- ✓ En la evaluación de la viscosidad intrínseca en la pectina obtenida a partir de la cascara de cacao respecto de la pectina comercial, se determinó que la pectina comercial tiene mayor viscosidad en comparación de las pectinas obtenidas de la cáscara de cacao, observándose que la pectina comercial tiene mayor poder gelificación que la pectina de la cáscara de cacao
- ✓ Según los resultados del análisis sensorial aplicado para la evaluación entre la mermelada elaborada con pectina de cáscara de cacao y la mermelada elaborada con pectina comercial, demuestra que no existe diferencia significativa entre ambos productos para el atributo sabor, olor y consistencia, según los resultados del análisis de varianza. Sin embargo, sí existe diferencia significativa en la evaluación del color, siendo la mermelada donde se utilizó la pectina comercial la de mayor aceptación por parte de los evaluadores.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados, discusiones y conclusiones de la investigación, planteamos las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se debería investigar, la influencia de la temperatura con variación de pH, utilizando otros agentes hidrolizantes como ácido nítrico, ácido fosfórico, Ácido Etilendiamino Tetraacético-EDTA a un tiempo determinado con distintos métodos de extracción de pectina, para tratar de abarcar todos los factores que se involucran en el desarrollo del procedimiento.
- ✓ Estudiar la pectina extraída en un equipo de espectroscopía infrarroja, que permite evaluar un análisis de espectro infrarrojo es muy indispensable ya que por este estudio se comprueba la calidad de la pectina, es decir, que, si la pectina que se obtuvo es de alto metoxilo o de bajo metoxilo, porque de ello dependerá su uso a nivel industrial.
- ✓ Se podría considerar evaluar en otra investigación, el efecto de la temperatura en el proceso de extracción de pectina, para tratar de abarcar todos los factores que se involucran en el desarrollo del procedimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Augusto Guidi, Magaly Zyla Arandia Quiroga. (2010). "Obtención de pectina a partir de la cascara de maracuyá mediante hidrólisis ácida". Ingeniería Industrias Alimentarias Universidad del Valle. Cochabamba octubre.
- Adomako D. (1972). Cocoa pod husk pectin. En: phytochemistry, Vol. 11 pp. 1145-1148.
- Beckett, S. T. (2008). The Science of Chocolate (segunda edición). Cambridge: The Royal Society of Chemistry. (p. 39-57).
- Barazarte. (2006). Las mermeladas y sus características.
- Barazarte, H., Sangronis, E. y Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (Theobroma cacao L): una posible fuente comercial de pectinas. Archivos latinoamericanos de nutrición. Caracas, Venezuela.
- Betancourt, L. y Llano, J. (2009). Extracción de pectinas a partir de los subproductos del beneficio del cacao.
- Cabeza M. (2004). Microorganismos productores de pectinazas a bajas temperaturas para vinificación, Conicet y Laboratorio de biotecnología.
- Carbonell E., Costell y L. Durán (1990). Determinación del contenido de pectina en productos vegetales. Rev.Agroquímica. Tecnología de alimentos: 30 (1).1-9.
- Cheftlel (1976). Procesos de mermelada.
- De la Mota, I. (2008). El Libro del Chocolate. España: Ediciones Pirámide. (p. 26-89).
- Devia J. (2003). Proceso para producir pectinas cítricas. En: Revista universidad Eafit, Número. 129 pp. 21-30.
- Efsa (2008). European Food Safety Authority. Theobromine as undesirable substances in animal feed Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal , 1-66.
- Fedecacao, (2004) fondo nacional del cacao. El beneficio y características físico químicas del cacao.
- Francisco José Muñoz Ordoñez (2011). "Extracción y caracterización de la pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de cocona (solanum sessiliflorum), en diferentes grados de madurez;
- Gaviria, N., Lopez, L. (2005) Extracción a escala laboratorio de la pectina del maracuyá y escalado preliminar a planta piloto. Universidad Eafit. Medellín.

- Humberto Barazarte, Elba Sangronis, Emaldi Unai (2008). "La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas". Universidad Simón Bolívar.
- Julio M. Chavéz M. (2009). Extracción de pectina a partir de cáscara de "naranja criolla" (*Citrus aurantium* L.) Investigaciones Amazonenses 3(1):24-26.
- Kalvatchev, Z., Garzaro, D., y Guerra, F. (1998) *Theobroma Cacao*: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. Agroalimentaria, N°6.
- Pagan J. (1998). Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo del melocotón.
- Rodríguez N. (2001). Manejo Integral del Cultivo del Cacao, Facultad de Agronomía U.C.V., Venezuela.
- Rodriguez. (2004). Extracción y evaluación de pectina de la cáscara de naranja. Facultad de química y Farmacia. Universidad del Salvador. Pág-43.
- Pinheiro E., Silva I., Gonzaga L., Amante E., Teófilo R., Ferreira M., Amboni R. (2008). Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. En: *Bioresource Technolgy* Vol. 99 pp. 5561-5566
- Vélez y de Vélez. (1990). Plantas alimenticias de Venezuela. Caracas: Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales La Salle y Fundación Bigott. Monografía N°37.
- Vriesmann, L; Teófilo, R; Petkowicz, C. (2011). Optimization of nitric acid-mediated extraction of pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) using response surface methodology.
- Vriesmann, L; Teófilo, R; Petkowicz, C. (2012). Extraction and characterization of pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) with citric acid. *Revista Digital ScienceDirect*.
- Wang S., Chen F., Wu J., Wang Z., Liao X., Hu X. (2005). Optimization of pectin extraction assisted by microwave from Apple pomace using response surface methodology. En: *Journal of food engineering*. Vol. 78 pp. 693-700.
- Wilberth Phillips (1996). Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza. Resúmenes. *Catie*. Pág. 81
- Yegres S., Sánchez J., Belmar M., Riberos W. y Belmar D. (2001). Producción de enzimas pécticas ensayos preliminares, En: *Saber* Vol. 13 pp. 55-59.

- Betancourt, L. y Llano, J. (2009). Extracción de pectinas a partir de los subproductos del beneficio del cacao.
- Calderón, E. y Matos, A. (2011). Fuentes para la extracción de pectina y su aplicación en la industria. Dirección General de Investigación.
- Chasquibol, N., Arroyo, B. y Morales, J. (2008). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana.
- Desrosier (1999). mermeladas de fruta.
- Potter y Hotchkiss (1999). características de la mermelada.

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de consistencia de la investigación

<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>- ¿Cuál será el parámetro óptimo en la extracción de pectina a partir de la cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) de la variedad CCN51?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>1 ¿Cuál será el Rendimiento de la pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao?</p> <p>2 ¿Cuál será el tipo de pectina, según el grado de esterificación?</p> <p>3. ¿Cuál será la viscosidad que presenta la pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao?</p> <p>4. ¿Cuáles serán las características organolépticas de la mermelada con el uso de pectina de cacao?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>- Determinar el parámetro óptimo en la extracción de pectina a partir de la cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) de la variedad CCN51.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>1. Determinar el Parámetro adecuado que maximice rendimiento en cuanto a la extracción.</p> <p>2. Determinar el tipo de pectina, según el grado de esterificación.</p> <p>3. Evaluar viscosidad de la pectina obtenida de la cáscara de cacao.</p> <p>4. evaluar la pectina mediante una mermelada de fruta</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>-Empleando los parámetros adecuados se logrará extraer mayor cantidad de pectina de la cáscara de cacao para su aplicación en la industria alimentaria.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</p> <p>1. El adecuado parámetro Maximizara el rendimiento de la pectina.</p> <p>2. El pH y la temperatura influirá en el tipo de pectina.</p> <p>3. La viscosidad de la pectina dependerá de los parámetros de extracción.</p> <p>4. las características organolépticas de la mermelada dependerá de la pectina obtenida de la cascara de cacao.</p>	<p>Independiente</p> <p>X1: Parámetros para la extracción.</p> <p>Dependiente</p> <p>Y1: Extracción de pectina para su aplicación en la industria alimentaria.</p>	<p>Parámetros de extracción</p> <p>Rendimiento</p> <p>Análisis físico químico</p> <p>Viscosidad</p> <p>Características sensoriales</p>	<p>ph: 2 T1: (60°C)(75') T2: (80°C)(75')</p> <p>ph: 3 T3: (60°C)(75') T4: (80°C)(75')</p> <p>ph: 4 T5: (60°C)(75') T6: (80°C)(75')</p> <p>Peso equivalente en gramos</p> <p>Porcentaje de metoxilo</p> <p>Fuerza de fluido</p> <p>Sabor, olor, color y consistencia</p>	<p>DISEÑO:</p> <p>Experimental aplicativo.</p> <p>TIPO: Aplicativo porque se utiliza conocimientos científicos para generar conocimiento tecnológico sobre la obtención de pectina.</p> <p>NIVEL:</p> <p>Experimental</p>
--	--	---	--	--	---	--

ANEXO 2 INSTRUMENTOS

Rendimiento porcentual de pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao

Tratamientos	Pectina (g)	Promedio	SD	Rendimiento (%)	Promedio
pH:2, T°: 60 °C y T:75 min)	0,498	0,495	003	1,984	1,98
	0,494			1,980	
	0,493			1,974	
pH:2, T°: 80 °C y T:75 min)	2,459	2,451	007	9,814	9,80
	2,448			9,804	
	2,446			9,788	
pH:3, T°: 60 °C y T:75 min)	0,349	0,353	004	1,406	1,41
	0,354			1,412	
	0,356			1,420	
pH:3, T°: 80 °C y T:75 min)	0,504	0,501	003	2,008	2,00
	0,500			2,004	
	0,499			1,998	
pH:4, T°: 60 °C y T:75 min)	0,349	0,352	003	1,402	1,41
	0,352			1,408	
	0,355			1,414	
pH:4, T°: 80 °C y T:75 min)	0,217	0,221	005	0,872	0,88
	0,219			0,884	
	0,227			0,892	

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Rendimiento

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	173,387 ^a	5	34,677	508301,910	<.001
Intersección	152,915	1	152,915	2241426,137	<.001
pH	80,659	2	40,329	591148,769	<.001
T	31,110	1	31,110	456013,759	<.001
pH*T	61,618	2	30,809	451599,127	<.001
Error	,001	12	6,822E-5		
Total	326,303	18			
Total corregido	173,388	17			

Rendimiento

HSD Tukey^{a,b}

pH	N	Subconjunto		
		1	2	3
pH 4	6	1,1453		
pH 3	6		1,7080	
pH 2	6			5,8907
Sig.		1,000	1,000	1,000

Rendimiento

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
T6: (pH4*80°C)	3	,8827				
T5: (pH4*60°C)	3		1,4080			
T3: (pH3*60°C)	3		1,4127			
T1: (pH2*60°C)	3			1,9793		
T4: (pH3*80°C)	3				2,0033	
T2: (pH2*80°C)	3					9,8020
Sig.		1,000	,979	1,000	1,000	1,000

ANEXO 3 INSTRUMENTOS

Porcentaje de esterificación de la pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao

Tratamientos	% de esterificación	Promedio	SD
T1 (pH:2, T°: 60 °C y T:75 min)	62,70	64,53	1,716
	64,80		
	66,10		
T2 (pH:2, T°: 80 °C y T:75 min)	76,16	74,50	1,586
	74,35		
	73,00		
T3 (pH:3, T°: 60 °C y T:75 min)	66,13	65,04	0,988
	64,80		
	64,20		
T4 (pH:3, T°: 80 °C y T:75 min)	62,80	64,12	1,305
	64,16		
	65,41		
T5 (pH:4, T°: 60 °C y T:75 min)	67,00	67,10	1,952
	69,10		
	65,20		
T6 (pH:4, T°: 80 °C y T:75 min)	62,60	62,80	1,114
	61,80		
	64,00		

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Esterificación

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	268,823 ^a	5	53,765	24,462	<.001
Intersección	79243,132	1	79243,132	36055,023	<.001
pH	90,717	2	45,358	20,638	<.001
T	11,281	1	11,281	5,133	,043
pH * T	166,825	2	83,412	37,952	<.001
Error	26,374	12	2,198		
Total	79538,329	18			
Total corregido	295,197	17			

Esterificación

HSD Tukey^{a,b}

pH	N	Subconjunto	
		1	2
pH 3	6	64,5833	
pH 4	6	64,9500	
pH 2	6		69,5183
Sig.		,905	1,000

Esterificación

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T6: (pH4*80°C)	3	62,8000		
T4: (pH3*80°C)	3	64,1233	64,1233	
T1: (pH2*60°C)	3	64,5333	64,5333	
T3: (pH3*60°C)	3	65,0433	65,0433	
T5: (pH4*60°C)	3		67,1000	
T2: (pH2*80°C)	3			74,5033
Sig.		,471	,211	1,000

ANEXO 4

INSTRUMENTOS

Viscosidad de la pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao

Tratamientos	Viscosidad (cP)	Promedio	SD
T1 (pH:2, T°: 60 °C y T:75 min)	1,79	1,77	0,021
	1,76		
	1,75		
T2 (pH:2, T°: 80 °C y T:75 min)	1,85	1,83	0,025
	1,83		
	1,80		
T3 (pH:3, T°: 60 °C y T:75 min)	1,84	1,82	0,021
	1,83		
	1,80		
T4 (pH:3, T°: 80 °C y T:75 min)	1,77	1,79	0,021
	1,81		
	1,78		
T5 (pH:4, T°: 60 °C y T:75 min)	1,78	1,78	0,015
	1,76		
	1,79		
T6 (pH:4, T°: 80 °C y T:75 min)	1,86	1,83	0,025
	1,81		
	1,83		
PC	12,57	12,57	0,095
	12,48		
	12,67		

Variable dependiente: Viscosidad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,013 ^a	5	,003	5,362	,008
Intersección	58,464	1	58,464	125280,190	<.001
pH	,000	2	,000	,298	,748
T	,003	1	,003	6,857	,022
pH * T	,009	2	,005	9,679	,003
Error	,006	12	,000		
Total	58,482	18			
Total corregido	,018	17			

Viscosidad

HSD Tukey^{a, b}

pH	N	Subconjunto 1
pH 2	6	1,7967
pH 4	6	1,8050
pH 3	6	1,8050
Sig.		,786

Viscosidad

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1: (pH2*60°C)	3	1,7667	
T5: (pH4*60°C)	3	1,7767	
T4: (pH3*80°C)	3	1,7867	
T3: (pH3*60°C)	3	1,8233	
T2: (pH2*80°C)	3	1,8267	
T6: (pH4*80°C)	3	1,8333	
Testigo:PC	3		12,5733
Sig.		,463	1,000

ANEXO 5
EVALUACIÓN SENSORIAL

Resultados de la evaluación sensorial de la mermelada de fresa con el uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao y con la pectina comercial para la características sabor.

TRATAMIENTO	PANELISTAS															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1	5	3	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5.07
T2	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6.13
T3	4	3	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4.33
T4	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5.07
T5	4	3	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4.27
T6	4	3	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4.40
pc	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6.07
SUMATORIA	29	23	34	30	29	29	28	31	29	29	29	29	28	31	31	29.27
PROMEDIO	4.83	3.83	5.67	5.00	4.83	4.83	4.67	5.17	4.83	4.83	4.83	4.83	4.67	5.17	5.17	

Resultados de la evaluación sensorial de la mermelada de fresa con el uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao y con la pectina comercial para la características olor.

PANELISTAS	PANELISTAS															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1	6	5	6	6	5	7	6	6	6	6	5	6	6	5	5	5.73
T2	6	7	5	6	5	6	6	7	6	6	6	6	6	6	7	6.07
T3	5	4	5	5	5	5	4	5	5	6	5	5	5	5	5	4.93
T4	6	5	6	5	6	6	7	6	6	6	6	5	6	6	6	5.87
T5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.13
T6	4	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	4	5.00
pc	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	7	7	6	6	6.07
SUMATORIA	38	37	38	39	38	41	39	40	39	40	38	39	40	38	38	
PROMEDIO	5.43	5.29	5.43	5.57	5.43	5.86	5.57	5.71	5.57	5.71	5.43	5.57	5.71	5.43	5.43	

Resultados de la evaluación sensorial de la mermelada de fresa con el uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao y con la pectina comercial para la características color

PANELISTAS	PANELISTAS															Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1	6	6	6	5	6	6	5	5	6	5	5	6	6	5	6	5.60
T2	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	5	7	6	6	6.07
T3	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5.13
T4	6	6	5	6	6	6	5	5	5	6	5	5	5	6	6	5.53
T5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4.80
T6	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.87
PC	6	7	7	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5	6.00
SUMATORIA	38	39	40	37	40	39	37	37	37	38	37	38	39	37	37	
PROMEDIO	5.43	5.57	5.71	5.29	5.71	5.57	5.29	5.29	5.29	5.43	5.29	5.43	5.57	5.29	5.29	

Resultados de la evaluación sensorial de la mermelada de fresa con el uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao y con la pectina comercial para la características consistencia.

PANELISTAS	PANELISTAS															PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	6	5	5	5.13
T2	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5.93
T3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4.80
T4	5	5	5	6	5	6	5	5	6	6	6	5	5	5	6	5.40
T5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4.40
T6	5	4	6	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4.60
PC	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6.00
SUMATORIA	37	35	37	38	35	36	36	36	37	36	37	36	36	35	37	
PROMEDIO	5.29	5.00	5.29	5.43	5.00	5.14	5.14	5.14	5.29	5.14	5.29	5.14	5.14	5.00	5.29	

ANEXO 06

OTROS

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA OBTENCIÓN Y ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA PECTINA OBTENIDA DE LA CASCARA DE CACAO



Fig. 1 Preparando las muestras para la obtención y análisis de la pectina de la cascara de cacao



Fig. 2 Peso de los tratamientos para determinar el rendimiento

Fig. 3 Determinación del grado de esterificación



Fig. 4 determinación de la viscosidad

ANEXO 07 OTROS

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA ELABORACIÓN DE LA MERMELADA DE FRESA



Fig. 5 Elaboración de la mermelada



Fig. 6 Envasado de las mermeladas

DECLARACION DE AUTORIZACION DE DEGUSTADOR

CONSTE POR EL PRESENTE DOCUMENTO, YO MIGUEL CAJAS BERROSPI, CON DNI N° 73625594, CON DOMICILIO EN JR. MALECON LEONCIO PRADO S/N CARRETERA CENTRAL, DISTRITO DE AMBO, PROVINCIA DE HUANUCO Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO.

AUTORIZO PARTICIPAR COMO DEGUSTADOR, A FIN DE EVALUAR LOS DIFERENTES ATRIBUTOS (SABOR, OLOR, COLOR, CONSISTENCIA Y ASPECTO GENERAL) EN LA EVALUACION SENSORIAL DE LA PECTINA MEDIANTE LA MERMELADA DE FRESA.

HUANUCO, 11 DE MARZO DEL 2023



MIGUEL CAJAS BERROSPI

DNI: 73625594

DECLARACION DE AUTORIZACION DE DEGUSTADOR

CONSTE POR EL PRESENTE DOCUMENTO, YO PATRICK RIDZ CRUZ CADILLO, CON DNI N.º 76279052, CON DOMICILIO EN JR. MALECON LEONCIO PRADO S/N CARRETERA CENTRAL, DISTRITO DE AMBO. PROVINCIA DE HUANUCO Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO.

AUTORIZO PARTICIPAR COMO DEGUSTADOR, A FIN DE EVALUAR LOS DIFERENTES ATRIBUTOS (SABOR, OLOR, COLOR, CONSISTENCIA Y ASPECTO GENERAL) EN LA EVALUACION SENSORIAL DE LA PECTINA MEDIANTE LA MERMELADA DE FRESA.

HUANUCO, 11 DE MARZO DEL 2023



PATRICK CRUZ CADILLO

DNI: 76279052

NOTA BIOGRÁFICA

DONALD SLAYTON, CRUZ CHAVEZ

Donald Slayton, CRUZ CHAVEZ con DNI N° 10240416, nací en el Distrito de Lima, Provincia de Lima, departamento de Lima, mis padres son; el Sr. Juan Ricardo CRUZ CASTRO con DNI N° 09281804 y mi madre la Sra. Perpetuo Socorro CHAVEZ IZQUIERDO con DNI N° 08938393. Mis estudios de primaria estudié en la I.E.P “REVERENDO HNO. GASTON MARIA” en el distrito de San Juan de Miraflores - Lima, mis estudios de secundaria estudié en la I.E. FRANCISCO BOLOGNESI 6064, en el distrito de villa el salvador – Lima, mis estudios superiores fueron realizados en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de la ciudad de Huánuco, en la actualidad grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial próximo a obtener mi Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. En cuanto a mi experiencia laboral he trabajado en el sector público en la Municipalidad provincial de Dos de Mayo del distrito de la Unión – Huánuco, en la gerencia de seguridad ciudadana, en programas sociales, y en el sector privado trabaje en la empresa Multifoot – Lima, que se encarga de procesos y comercialización alimentaria, tuve el cargo de supervisor de procesos y jefe de planta y control de calidad, digitador de almacén, en la actualidad trabajo en la empresa “Ingeniería Contra Incendios” teniendo el cargo de Prevencionista y jefe de seguridad industrial. He realizado los siguientes estudios: Maestría “Alta Dirección y Gestión de Empresa” en la Universidad Di Cassino e del Lazio Meridionale - Italia, realice la Especialización de “Ingeniería de la Calidad” en la Universidad Nacional La Molina – Lima, Diplomado en Administración en la seguridad Industrial por la Universidad de Trujillo. Diplomado en Docencia Universitaria por la Universidad la cantuta entre otros.

CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 101 SOFTWARE
ANTIPLAGIO TURNITIN-FCA-UNHEVAL

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias, emite la presente constancia de Similitud, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 30% de similitud, correspondiente al interesado, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

DONALD SLAYTON CRUZ CHAVEZ

De la Tesis:

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA OBTENCIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) DEL CLON CCN 51.

Considerando como asesor(a) al Dr. RUBEN MAX ROJAS PORTAL.

DECLARANDO APTO

Se expide la presente, para los trámites pertinentes.

Pillco Marca, 19 de diciembre de 2023.




Dr. Roger Estacio Laguna.
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ciencias Agrarias
UNHEVAL

NOMBRE DEL TRABAJO

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA OBTENCIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CACAO (Theobroma cacao L.) DEL CLON CCN 51

AUTOR

DONALD SLAYTON CRUZ CHAVEZ

RECuento DE PALABRAS

16673 Words

RECuento DE CARACTERES

86127 Characters

RECuento DE PÁGINAS

83 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.2MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 19, 2023 11:39 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 19, 2023 11:41 AM GMT-5

● **30% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos es:

- 30% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente



Dr. Roger Estacio Laguna
Director de la Unidad de Investigación
Facultad Ciencias Agrarias

● 30% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 30% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cros

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.unheval.edu.pe Internet	5%
2	repositorio.unp.edu.pe Internet	5%
3	hdl.handle.net Internet	4%
4	repositorio.unia.edu.pe Internet	1%
5	documents.tips Internet	1%
6	(5-30-16) http://159.90.80.55/tesis/000155680.pdf Internet	1%
7	repositorio.untumbes.edu.pe Internet	1%
8	docplayer.es Internet	1%

Descripción general de fuentes

9	repebis.upch.edu.pe Internet	<1%
10	vsip.info Internet	<1%
11	sites.google.com Internet	<1%
12	webquery.ujmd.edu.sv Internet	<1%
13	scribd.com Internet	<1%
14	tdx.cat Internet	<1%
15	core.ac.uk Internet	<1%
16	doku.pub Internet	<1%
17	edoc.pub Internet	<1%
18	tesis.ucsm.edu.pe Internet	<1%
19	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-31 Submitted works	<1%
20	repositorio.utc.edu.ec Internet	<1%

Descripción general de fuentes

21	cia.uagraria.edu.ec Internet	<1%
22	1library.co Internet	<1%
23	cybertesis.uni.edu.pe Internet	<1%
24	repositorio.undac.edu.pe Internet	<1%
25	repositorio.unsm.edu.pe Internet	<1%
26	repositorio.ucsg.edu.ec Internet	<1%
27	Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC on 2022-1... Submitted works	<1%
28	lpcdedios.wordpress.com Internet	<1%
29	dspace.ueb.edu.ec Internet	<1%
30	biblat.unam.mx Internet	<1%
31	repository.uamerica.edu.co Internet	<1%
32	repositorio.uta.edu.ec Internet	<1%

Descripción general de fuentes

33	repositorio.untrm.edu.pe Internet	<1%
34	Universidad Industrial de Santander UIS on 2019-12-12 Submitted works	<1%
35	repositorio.unap.edu.pe Internet	<1%
36	repository.lasalle.edu.co Internet	<1%
37	coursehero.com Internet	<1%
38	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
39	repositorio.unac.edu.pe Internet	<1%
40	repositorio.uncp.edu.pe Internet	<1%
41	Universidad Cesar Vallejo on 2019-05-25 Submitted works	<1%
42	consejosnutritivos.blogspot.mx Internet	<1%
43	digibuo.uniovi.es Internet	<1%
44	Universidad Cesar Vallejo on 2016-03-07 Submitted works	<1%

Descripción general de fuentes

45	tec on 2019-04-07 Submitted works	<1%
46	tesis.usat.edu.pe Internet	<1%
47	catedracogersa.com Internet	<1%
48	revistasbolivianas.org.bo Internet	<1%



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

En la ciudad de Huánuco a los 19 del mes de Diciembre el año 2023, siendo las 11:00 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la UNHEVAL y en virtud a la Resolución de Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL, dispone que la sustentación de Tesis de Pregrado de manera Presencial, en el aula del 3er. Año de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agraria, en mérito a la RESOLUCIÓN N° 742-2023-UNHEVAL/FCA-D. DEL 12 de diciembre de 2023, los miembros integrantes del Jurado Calificador se reunieron para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: " DETERMINACION DE PARAMETROS OPTIMOS EN LA OBTENCION DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARA DE CACAO (Theobroma cacao L.) DEL CLON CCN 51", presentado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: CRUZ CHAVEZ, DONALD SLAYTON, bajo el asesoramiento del Dr. RUBÉN MAX ROJAS PORTAL.

El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

- | | |
|--------------------------------------|----------------|
| - Dr. Ángel David Natividad Bardales | Presidente |
| - Dr. Roger Estacio Laguna | Secretario |
| - Dr. Sergio Muñoz Garay | Vocal |
| - Mg. Josué Zevallos García | Accesitario 01 |
| - Dr. Ángel Sobrado Gómez | Accesitario 02 |

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: Aprobado por Unanimidad con el cuantitativo de 15 y cualitativo de Bueno, quedando el sustentante Apto para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 12:36 horas.

Huánuco, 19 de Diciembre del 2023

Dr. Ángel David Natividad Bardales.
 Presidente del Jurado de Tesis

Dr. Roger Estacio Laguna.
 Secretario del Jurado de Tesis

Dr. Sergio Muñoz Garay.
 Vocal del Jurado de Tesis

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

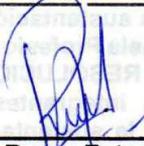
OBSERVACIONES:

Ninguna

Huánuco, 19 de Diciembre del 2023



Dr. Ángel David Natividad Bardales.
Presidente del Jurado de Tesis



Dr. Roger Estacio Laguna.
Secretario del Jurado de Tesis

Dr. Sergio Muñoz Garay.
Vocal del Jurado de Tesis

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, _____ de _____ del 20 _____

Dr. Ángel David Natividad Bardales.
Presidente del Jurado de Tesis

Dr. Roger Estacio Laguna.
Secretario del Jurado de Tesis

Dr. Sergio Muñoz Garay.
Vocal del Jurado de Tesis

Escuela (1/2 20) Andrés
Mg. Juan (1/2 19) Andrés
Banco (1/2 18) Andrés
Calle (1/2 17) Andrés

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Carrera Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	CRUZ CHAVEZ, DONALD SLAYTON								
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	931604961	
Nro. de Documento:	10240416				Correo Electrónico:				slaytoncruz@gmail.com

Apellidos y Nombres:									
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:		
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:				

Apellidos y Nombres:									
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:		
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:				

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO					
Apellidos y Nombres:	ROJAS PORTAL, RUBÉN MAX			ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0003-1633-151X			
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	06511922

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	NATIVIDALES BARDALES, ÁNGEL DAVID
Secretario:	ESTACIO LAGUNA, ROGER
Vocal:	MUÑOZ GARAY, SERGIO
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	



5. Declaración Jurada: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: <i>(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)</i>	
DETERMINACIÓN DE PARAMETROS OPTIMOS EN LA OBTENCIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARA DE CACAO (<i>Teobroma cacao</i> L.) DEL CLON CCN 51	
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: <i>(tal y como está registrado en SUNEDU)</i>	
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.	

6. Datos del Documento Digital a Publicar: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: <i>(Verifique la Información en el Acta de Sustentación)</i>		2023			
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: <i>(Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)</i>	Tesis	X	Tesis Formato Artículo		
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional		
	Trabajo Académico		Otros <i>(especifique modalidad)</i>		
Tesis Formato Patente de Invención		Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos			
Palabras Clave: <i>(solo se requieren 3 palabras)</i>	OBTENCIÓN	PECTINA	CACAO		
Tipo de Acceso: <i>(Marque con X según corresponda)</i>	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)		
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:		
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? <i>(ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):</i>			SI	NO	X
Información de la Agencia Patrocinadora:					

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:		
Apellidos y Nombres:	CRUZ CHAVEZ, DONALD SLAYTON	
DNI:	10240416	Huella Digital
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 21 DE MARZO DEL 2024		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.