

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ
CARRIÓN**



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
QUIMICO**

**HIDRÓLISIS ACIDA DE LA CASCARA DE MARACUYA
(*Passiflora edulis*) PARA LA OBTENCION DE PECTINA COMO
AGENTE GELIFICANTE**

**PRESENTADO POR:
MERCEDES MELANIA CHUMBES MONTES**

**ASESOR
Ing. RONALD FERNANDO RODRIGUEZ ESPINOZA
CIP 95579**

Huacho-Perú

2020

DEDICATORIA

MI TESIS DEDICO A MIS HIJOS DEIVY, MARISSA Y ALONDRA POR SER MI FUENTE DE MOTIVACION E INSPIRACION PARA PODER SUPERARME CADA DIA MAS Y ASI PODER LUCHAR PARA QUE LA VIDA NOS DEPARE UN FUTURO MEJOR.

A MIS PADRES JOSÉ Y SOLEDAD QUIENES CON SUS PALABRAS DE ALIENTO NO ME DEJABAN DECAER PARA QUE SALIERA ADELANTE Y SIEMPRE SEA PERSEVERANTE Y CUMPLA MIS IDEALES.

A MI ESPOSO JIMMY POR CREER EN MI CAPACIDAD AUNQUE HEMOS PASADO MOMENTOS DIFICILES PERO SIEMPRE HA ESTADO AHÍ BRINDANDOME SU COMPRESION, CARÍÑO Y AMOR.

GRACIAS FAMILIA POR SU APOYO Y LOGRAR QUE ESTE SUEÑO SE HAGA REALIDAD.

AGRADECIMIENTO

GRACIAS DIOSITO Y VIRGENCITA POR PERMITIRME TENER Y
DISFRUTAR A MI FAMILIA POR APOYARME EN CADA DECISIÓN Y
PROYECTO.

GRACIAS INGENIERIOS POR SUS ENSEÑANZAS, POR SU APOYO
QUE ME BRINDARON.

GRACIAS POR CREER EN MI, GRACIAS DIOS POR PERMITIRME VIVIR
Y DISFRUTAR CADA DIA.

NO HA SIDO SENCILLO EL CAMINO HASTA AHORA, PERO GRACIAS
A SU APOYO, A SU AMOR, A SU INMESA BONDAD, LO COMPLICADO DE
LOGRAR ESTA META SE HA NOTADO MENOS.

LES AGRADEZCO, Y HAGO PRESENTE MI GRAN AFECTO HACIA
USTEDES MI HERMOSA FAMILIA.

ÍNDICE

TABLA DE CONTENIDO	
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.5. Delimitación del estudio	4
1.6. Viabilidad del estudio	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Bases teóricas.....	9
2.3. Pectina.....	17
2.4. Definición de términos utilizados.....	32
2.5. Formulación de Hipótesis.....	32
CAPITULO III: PROCESO DE EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE MARACUYÁ.....	34
3.1. Diseño Metodológico.....	34
3.2. Población y Muestra.....	35
3.3. Operacionalización de Variables e Indicadores.....	36

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.5. Técnicas para el desarrollo de la información.	40
CAPITULO IV: RESULTADOS	41
4.2. Análisis para efectos principales	42
4.3. Análisis para efectos simples.....	42
CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1. Discusión:	45
5.2. Conclusiones.....	46
5.3. Recomendaciones:	46
CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
6.1. Bibliografía.....	47
6. 2 Sitios web	48
ANEXO 1: Determinación de la Humedad de la cáscara de maracuyá	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del fruto fresco de maracuyá.....	13
Tabla 2.Composición Fisicoquímica del maracuyá.....	13
Tabla 3. producción, superficie cosechada, rendimiento del maracuyá amarillo, según región. 2010.....	16
Tabla 4. Tipos de gelificación de la pectina de alto metóxilo según su grado de esterificación.....	21
Tabla 5. Demanda de pectina a nivel nacional	31
Tabla 6. Humedad de la cáscara de maracuyá.....	41
Tabla 7.Ensayos para Extracción de pectina a partir de cáscara de maracuyá.....	41
Tabla 8.Humedad de la cáscara de maracuyá.....	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Contenido Vitamínico y Mineral de 100 Gramos de Jugo de Maracuyá ..	10
Ilustración 2. Clasificación botánica del maracuyá	11
Ilustración 3. Estructura del maracuyá	11
Ilustración 4. Estructura de la pared celular	12
Ilustración 5. Composición por cada 100g de maracuyá.....	14
Ilustración 6. Estructura esquemática de la pectina.....	19
Ilustración 7. Estructura de una pectina de alto metoxilo.	22
Ilustración 8. Estructura de una pectina de baja metoxilación.	23
Ilustración 9. Extracción de Pectina.	28
Ilustración 10. Diagrama de Flujo para la obtención de pectina de la cáscara de maracuyá.	34
Ilustración 11. precipitación de pectina.....	39
Ilustración 12. Pectina.	40
Ilustración 13. Gráfica de efectos principales para PESO.....	42

RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado la producción de jugos y néctares a partir del maracuyá para su exportación, generándose gran cantidad de desechos, los que se pueden aprovechar para obtener sub productos de valor agregado como la pectina, que es un polisacárido de amplio uso en la industria de alimentos como material gelificante para las mermeladas y jaleas. En la presente investigación se ha logrado producir pectina a partir de la cáscara de maracuyá, utilizando como método de obtención la hidrólisis ácida, empleando el ácido cítrico para el hidrolizado y posteriormente el etanol para la separación y precipitación de la pectina. Las variables que se han manipulado son: Temperatura (70° y 85°C), Tiempo (60 y 90 minutos) y pH (2 y 3). Se ha determinado la relación que existe entre las variables temperatura, tiempo de hidrolizado y pH, encontrándose que la temperatura es la única que muestra diferencias significativas respecto al rendimiento de la producción de pectina. Se ha establecido que las condiciones óptimas de operación para la obtención de pectina son: Temperatura = 85°C, tiempo = 60 minutos y pH = 3.

Palabras Clave: Pectina, Hidrólisis ácida, Maracuyá.

ABSTRACT

In recent years, the production of juices and nectars from passion fruit for export has increased, generating a large amount of waste, which can be used to obtain value-added by-products such as pectin, which is a widely used polysaccharide. in the food industry as a gelling material for jams and jellies. In the present investigation, it has been possible to produce pectin from the passion fruit peel, using acid hydrolysis as a method of obtaining it, using citric acid for hydrolysate and subsequently ethanol for the separation and precipitation of pectin. The variables that have been manipulated are: Temperature (70 ° and 85 ° C), Time (60 and 90 minutes) and pH (2 and 3). The relationship between the variables temperature, hydrolysate time and pH has been determined, finding that the temperature is the only one that shows significant differences regarding the yield of pectin production. It has been established that the optimal operating conditions for obtaining pectin are: Temperature = 85 ° C, time = 60 minutes and pH = 3.

Keywords: Pectin, Acid hydrolysis, Passion fruit.

INTRODUCCIÓN

La consistencia que presenta una mermelada o jalea de frutas, la textura que presentan ciertos productos lácteos como yogures o batidos, se deben principalmente a la pectina, que es un espesante o estabilizante natural extraído en la mayoría de los casos de las paredes o piel de las frutas y verduras. La pectina es una sustancia orgánica perteneciente al grupo de los polisacáridos, cuyo componente principal es el ácido D-galacturónico.

El motivo de la presente investigación es producir pectina a partir del maracuyá, específicamente de la cáscara, que es donde se encuentra este polisacárido, para determinar cuáles serían las variables que se encuentran involucradas durante el proceso de obtención, de la misma manera cuáles son las condiciones óptimas de su preparación.

Para alcanzar estos objetivos se ha empleado el método de hidrólisis ácida. Una vez que se ha seleccionado la materia prima, esta misma es sometida a una inactivación enzimática con agua caliente, para luego filtrarla y dirigirla a la siguiente etapa de hidrolizado, utilizando el ácido cítrico para el proceso. Seguidamente se produce la separación de la pectina a través del etanol mediante precipitación y finalmente conseguir el producto.

A través de la presente investigación se espera dar una alternativa para la producción de pectina a partir de la cáscara del maracuyá, que es un desecho en la industria de bebidas o refrescos y jugos o concentrados de pulpa de maracuyá, la que se puede utilizar posteriormente como aditivo en la industria alimentaria.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la realidad problemática

El Perú es uno de los principales países productores de maracuyá (*pasiflora Edulis Flavicarpa*), según el diario Gestión (<https://gestion.pe>) indica que el Perú se encuentra en séptimo lugar respecto a la producción mundial, representando el 60% general enviado en cuanto a las pulpas de frutas, este dato fue obtenido de acuerdo con la Asociación de Exportadores (ADEX).

El maracuyá se exporta como jugo concentrado, lo que genera gran cantidad de desechos, principalmente conformada por la cáscara, las que se pueden utilizar posteriormente para la elaboración de alimento balanceado o son simplemente echadas como basura. Se han realizado estudios para poder aprovechar los residuos generados en la elaboración de jugos concentrados del maracuyá y obtener pectina a partir de las cáscaras logrando así darles un valor agregado a estos desechos.

La pectina, es una materia prima para el sector alimentario, se usa principalmente en la fabricación mermeladas como agente gelificante para darle consistencia a las mismas. Según Rentería (2014), la pectina posee mayor cantidad de constituyentes en función a la pared celular, la ubicación está en el albedo de la fruta.

De acuerdo con Rivadeneira (2009), existen numerosos procesos para la producción de pectina a través de materiales vegetales, obteniéndose diversas calidades de pectina de acuerdo con el tratamiento que se les dé.

El presente estudio, pretende dar un pequeño aporte en lo referente al aprovechamiento de los residuos sólidos generados durante el procesamiento de jugos y concentrados de maracuyá, con lo que estaríamos obteniendo pectina a partir de los desechos mediante la hidrólisis ácida de las cáscaras de maracuyá.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el procedimiento para la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) mediante hidrólisis ácida?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las variables que intervienen en el proceso de obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)?
- ¿De qué manera se relacionan la temperatura, el tiempo y el pH con la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)?
- ¿Cuáles son las condiciones óptimas para la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el procedimiento más adecuado para la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) mediante hidrólisis ácida

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar cuáles son las variables que intervienen en el proceso de obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)
- Investigar cómo se encuentran relacionadas la temperatura, el tiempo y el pH con la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)
- Evaluar las condiciones óptimas para la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)

1.4. Justificación de la investigación

Dicho trabajo tiene como fin aportar mayor conocimiento a los interesados en el tema del aprovechamiento de los residuos generados durante el procesamiento de jugos

concentrados de maracuyá (*Passiflora edulis*), como una alternativa a la utilización de las cascaras de la fruta de maracuyá como compuesto primario para la fabricación de pectina, agente gel que se emplea dentro de la industria alimentaria orientada a la elaboración de mermeladas, de esta manera darle un valor agregado a estos residuos, y también adicionalmente estaríamos disminuyendo la contaminación ambiental ocasionada por los mismos, logrando así ser los beneficiarios, tanto las procesadoras, el estudiante y el medio ambiente.

Desde el punto de vista académico es importante porque permite comprender y desarrollar diversos fundamentos químicos, mecanismos estadísticos y sucesión en general.

1.5.Delimitación del estudio

El estudio se ha llevado a cabo netamente en los ambientes de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica de la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho”, en 2018.

La aplicación posterior de la pectina se puede dar en la industria de alimentos, como se ha mencionado anteriormente, como un aditivo para mermeladas o jaleas de la misma manera que como un espesante para los yogures u otros productos lácteos, utilizados en las industrias que se encuentran ubicadas en nuestra región.

1.6.Viabilidad del estudio

La investigación es viable desde el punto de vista técnico, económico y temporal, ya que se cuenta con los recursos humanos y económicos suficientes para su ejecución, así mismo hay la disposición suficiente por parte de la interesada.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

(2014) Macías Camacho, Édison José en su investigación denominada “Análisis técnico-económico basado en el montaje de una planta productora de pectina a través de la cáscara de maracuyá”, realizada en Guayaquil, Ecuador” Llegó a la siguiente conclusión:

La gran cantidad de productos que son enfocados al consumo, son obtenidos e elaborados en el Ecuador, dichos productos son más derivados a los alimentos, medicinas y mercancía de belleza, estos se ubican en aumento respecto al mercado nacional. El compuesto de vital importancia dentro de todos los productos elaborados es la pectina, esto se debe a la propiedad única que posee, cual es el efecto gelificante. (Macías, 2014)

No obstante, la pectina es obtenida de diversos frutos ubicados en ambientes tropicales, como por ejemplo el maracuyá, naranja entre otros. El porcentaje de pectina de la cáscara del maracuyá al ser no utilizable es del 6%. El proyecto de investigación examina de manera óptima la factibilidad técnica y económica del mercado basándose en el origen de una planta basada en la obtención y extracción de pectina en función al maracuyá, para ser más precisos y exactos a su cáscara. (Macías, 2014)

Los estudios realizados dentro de la investigación se basan a una observación estadística en función a la tendencia que brinda la viabilidad de este provecho dentro del mercado de Guayaquil, los puntos primordiales que se analizan son la localización adecuada y correcta de la planta, los equipos y recursos a emplear y sobre todo la capacidad de la planta al establecerse, todo esto es basado y empleado a través de la rama de la administración de producción. De acuerdo con el estudio financiero, se emplea el Comfar III que brinda una validez óptima facilitando la factibilidad del proyecto. Del mismo

modo brinda las condiciones factibles en los sectores mencionados con anterioridad. (Macias, 2014)

Según Jean Leonardo Rentería Abril (2013) en su estudio denominado “Desarrollo de frutas de maracuyá (*passiflora edulis*) para extracción de pectina, en MACHALA, 2013. Universidad Técnica De Machala, Ecuador.”

El empleo del maracuyá en base a la obtención de la pulpa en función a un compuesto para brindar valor agregado a dicha fruta brinda optimas perspectivas que van a ser empleadas al sector alimentario, teniendo en cuenta el análisis observado que le brindan o no a la cascara, cuyo porcentaje se encuentra alrededor del 52%. Diversos estudios que han empleado de manera adecuada la cascara de dicha fruta, indican que tiene mayores proporciones de carbohidratos y fibras, dando a entender la gran proporción de proteínas importantes que posee, sin deja de lado la pectina contenida en la cascara, cuya sustancia es elevadamente empleado en el sector alimentación, debido a la característica principal que posee, la cual es ser gelificadora. (Rentería, 2013)

Los valores representativos obtenidos dentro de esta tesis indica que la Hidrolisis acida fue empleada en un medio de 1.0 de pH, obteniendo un alto rendimiento, dando a entender que seria viable si lo llevaríamos a escala industrial, debido a que brindaríamos diversos cambien en base a la matriz de producción dentro de nuestra ciudad y porque no también país, ya que actualmente es conocido como el principal vendedor a nivel internacional de pulpa de maracuyá , siendo uzo del 30% de la fruta , se imagina cuanto seria la ganancia si emplearíamos o exportaríamos el otro 52% (Rentería, 2013)

(2013) Gilberto Martín Escobedo Soberón en su investigación titulada “Valoración de la cáscara de maracuyá (*passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg.) como subproducto para producir pectina usando como compuesto hidrolizante ácido cítrico” realizado por la Universidad Toribio De Mogrovejo, Chiclayo, Perú.”

Se empleo un tipo de método descriptivo - empírico, debido a que se examinó de manera óptima la materia prima, seguidamente se eligió el adecuado mecanismo para la obtención de la pectina, uno de los softwares empleados para la elección del adecuado mecanismo fue estadística Versión N° 10, así mismo también se empleo el mecanismo de Taguchi, indicando de manera correcta que producto terminado posea las características principales respecto a la calidad que desea obtener. Dicha tesis brindara disminuir la polución en el entorno ambiental respecto a la cascara de maracuyá, reaprovechando este residuo y agregándole un valor agregado. (Escobedo, 2013)

Se obtuvieron diversos resultados óptimos y beneficiosos, teniendo un rendimiento del 16 %, así mismo también brindo una optima y alta calidad, cuando se sometieron a una T° y tiempo de hidrolisis fueron de 80°C y 1 hora con 20 min, la proporción de H₂O empleada fue de 1 sobre 25, en pocas palabras por un gramo de cascara, se utilizaron 25 ml de H₂O, la proporción de etanol empleado fue del 60% respecto al volumen filtrado , otro parámetro importante fue el tiempo de precipitación cual fue de 15 minutos , seguidamente el tiempo de secado fue de 180 min. (Escobedo, 2013)

Luego de emplear el mecanismo Taguchi, durante el proceso de obtención de pectina, se logro obtener los factores mas influyentes dentro del mecanismo, los cuales fueron, la T° de hidrolisis y el pH del ácido, dando a entender que ambas incógnitas tiene una gran relevación en función al rendimiento y calidad del producto obtenido. (Escobedo, 2013)

Respecto al estudio económico, se dedujo que, para la instalación de la planta deseada, se necesitara un TIR de 23% y un VAN de \$ 458 298 dólares, siendo esto un dato muy beneficioso y óptimo para el inversionista. (Escobedo, 2013)

(2014). León Mejía, D y Riveros Cones, J. en su investigación denominada “obtención y caracterización química de las pectinas de la cáscara del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*, Var *Flavicarpa degener*), Granadilla (*Passiflora ligurris* Juss) y tumbo serrano (*Passiflora mollísima* H.B.K. Bailey)”

Las incógnitas principales de acuerdo para determinantes en función al proceso de pectina son el pH y la T°. Otra variable de vital importancia en función al rendimiento fue el tiempo, los valores óptimos para la pectina es el número 7, basado en las condiciones de pH de 2, T° a 95°C, con un tiempo de 1 hora y media, no obstante, a diversas características menores, se registró un alza en los datos respecto a las propiedades químicas. (León y Riveros, 2014)

Los resultados óptimos y adecuados respecto al rendimiento tuvieron una proporción de 21,18% y así mismo también brindo un aporte respecto a las propiedades químicas de 9,05 %Me, 80,81 %AG y 63,59 %GE. (León y Riveros, 2014)

No obstante, el rendimiento adecuado respecto a la cascara granadilla fue del 12,60%, así mismo las propiedades químicas son de 8,08 %Me, 79,69 %AG y 57,57 %GE. (León y Riveros, 2014)

El rendimiento adecuado respecto a la cascara del tumbo fue de 16,06%, y así mismo también brindo un aporte respecto a las propiedades químicas de 9,10 %Me, 76,47 %AG y 67,58 %GE. (León y Riveros, 2014)

Los resultados que normalmente presentaron la pectina comercial fueron de 8,15% Me, 59,74% AUA y 77,42 % DE, seguidamente se realizó una comparación de todos los datos recolectados examinados, se analizó y observo que las propiedades químicas obtenidas estuvieron similares en cuando sus resultados, no obstante, se puedo observar que el rendimiento obtenido de la pectina extraída directamente del maracuyá brindo una alta posibilidad en función al uso industrial. (León y Riveros, 2014)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aspectos Generales del Maracuyá

Según Rivadeneyra (2009) afirma: que la planta de maracuyá es proveniente de un ambiente tropical, así mismo también es denominada como fruta de pasión, se emplea la diversidad *Pasiflora edulis flavicarpa*, cuya variedad es la mas llamativa, posee y tiene un gusto dulce potente, es demasiado querida en diversos países de Norteamérica, Europa e incluso Asia que piden la fruta con afecto. El zumo que posee dicha fruta es acido, normalmente se extrae del arilo, que es la textura del semiente, una de las propiedades de vital importancia son la Vitamina C y A, del mismo modo la cascara es beneficiosa por la pectina y las simientes tienen un óptimo valor nutritivo.

De acuerdo con Malca (2000) redacta que el maracuyá tiene forma circular cuyo diámetro es de 10 cm, con un peso de 200 g aproximadamente, el color característico del mesocarpio es verde, tiene varias semillas de color negro. La planta es rotunda de la Amazonía brasileña. Crece en ambientes no inundables, requiere terrenos fértiles, levemente acido, con gran cantidad de sustancia orgánico. La producción anual optima del maracuyá es de 40 toneladas.

El maracuyá es importante para una gran cantidad de agricultores, alrededor de 49000 hogares se lucran directamente con esta acción. Por lo contrario de diferentes vegetales, el fruto de maracuyá necesita menos inversión y posee un alto rendimiento en función a su producción.

Hoy en día el zumo de maracuyá es empleado por diversas industrias como un componente fundamental para la elaboración de diversos alimentos, como mermeladas, helados, jugos entre otros. (Rivadeneyra, 2009, p.2)

Valor Nutricional del Maracuyá

Ventajas

Según señala Camargo (2010) en su blog lamaracuya.blogspot.com, “la fruta brinda diversas vitaminas fundamentales para el cuerpo, entre ellas encontramos a la A,B y C. Así mismo también aporta una gran cantidad de aminoácidos y minerales”

Contenido Nutricional	Cantidad
Valor energético	78 Calorías
Proteínas	0.8 g
Grasas	0.6 g
Carbohidratos	2.4 g
Fibra	0.2 g
Calcio	5.0 mg
Fósforo	18.0 g
Hierro	0.3 mg
Vitamina A	684 mcgr
Riboflavina	0.1 mg
Niacina	2.24 mg
Ácido Ascórbico	20 mg

Ilustración 1. Contenido nutricional en 100 gramos de fruta

Fuente: Camargo (<http://lamaracuya.blogspot.com/>)

2.2.2. Clasificación Botánica

División	Espermatofitas
Sub División	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Sub Clase	Flacoutinae
Orden	Parietales
Familia	Passifloráceas
Genero	Passiflora
Serie	Incarnatae

Ilustración 2. Clasificación botánica del maracuyá

2.2.3. Estructura del fruto

- **Morfología del maracuyá**

En breve se puede mostrar en la ilustración 3, las diversas estructuras del maracuyá, uno de ellos es el Exocarpio, que viene a ser la cascara del fruto, cuyo aspecto es llano y esta cubierto de un cerumen común que le brinda un brillo a la fruta. (Rivadeneira, 2009)



Ilustración 3. Estructura del maracuyá

Fuente: Rivadeneira, 2009.

La segunda capa del fruto del maracuyá observada en la ilustración 3, es la del Mesocarpio, cuya parte es suave y porosa de aspecto blando, la composición de esa capa es de pectina, cuyo grosor es de 5 mm, la última capa es la placenta, cuyo aspecto es de bolsa formada por funículos que apoyan los arilos, en donde se encuentra el juego y que abarca las semillas. (Rivadeneira, 2009)

La ubicación exacta donde se encuentra la pectina es el Mesocarpio, poseyendo textura péctica y celulosas, los compuestos pecticos poseen formas estructurales, brindando una base de elasticidad y protección, así mismo también brindan propiedades de hidratación, creando diversas redes, así como se muestra en la ilustración 4, poseyendo la cuarta parte del peso seco respecto a la pared celular inicial. (Rivadeneira, 2009)

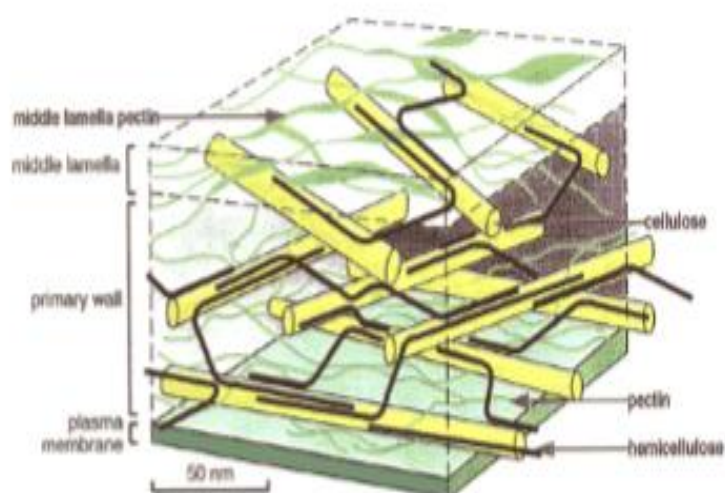


Ilustración 4. Forma estructural de la pared

2.2.4. Composición Fisicoquímica

De acuerdo con Ferrari et al. (2001), indico luego del análisis que se dio al maracuyá respecto a la composición, se plasmaron dentro de los datos dentro de esta tabla.

Tabla 1. *Composición del fruto fresco de maracuyá*

Parte del maracuyá	(%)
Corteza	51
zumoz	23
Semiente	26

Fuente: Ferrari et al. (2001)

Tabla 2. *Composición Fisicoquímica del maracuyá*

Parte	Porcentaje
Corteza	59.50 %
Zuma	32.50 %
Semillas	10%
Sustancia Seca	26.50 %
Agua	73.50 %
Zumo final	27.50 %
Pulpa	4%
Restante	9%
Oleo	2%

Fuente: Pruthi citado por Isique (1986, p.3).

2.2.5. Composición química

El compuesto en más proporción dentro del maracuyá es el agua, así mismo también es el principal compuesto en la mayoría de las frutas, normalmente se encuentra en soluciones minerales o enlazadas a la membrana del núcleo, lo cual esta atada a los elementos moleculares, por lo que es dificultoso mover.

Otro compuesto dentro de la cascara de maracuyá son los carbohidratos, que están compuestos de Glucósidos y azúcares, así mismo también la componen la suma de todos los azucars entre ellos está el almidón y la celulosa. La pectina se obtiene o encuentra dentro de los compuestos pecticos, cuyo compuesto es un polisacárido complejo que este compuesto que forma la estructura de las frutas, mencionados con anterioridad.

De acuerdo con el centro peruano de nutrición en función al ministerio de cultivo indica lo siguiente referido en esta tabla:

Composición	Unidades	Maracuyá
Energía	Kcal	67
Agua	g	82.7
Proteínas	g	0.9
Grasa total	g	0.1
Carbohidratos totales	g	16.1
Fibra cruda	g	0.2
Cenizas	g	0.6
Calcio	mg	13
Fósforo	mg	30
Zinc	mg	0.06
Hierro	mg	3
Retinol	µg	410
Vitamina A	mg	121
Tiamina	mg	0.03

Ilustración 5. Composición por cada 100g de maracuyá

2.2.6. Usos

Normalmente la fruta es de consumo, la forma de consumirlo es diluyendo la pulpa con agua, que del mismo modo también se puede transformar en licores, refrescos entre otros.

El fruto puede ser consumido como:

- Fruta o en zumo
- Néctares, mermeladas o helados.
- Cheesecake, pudín o queque de maracuyá.
- De acuerdo con el establecimiento de Tecnología y Alimentos ubicado en el país de Brasil, es empleado en la elaboración y fabricación de diversos jabones a partir de las semillas (León y Riveros, 2014)
- Tiene uso en la medicina, el jugo se emplea en infusión, ya que permite a la persona relajarse, así mismo también alivia algunos males musculares como tranquilizante o calmante.

No obstante, en los diversos países del continente europeo brinda la satisfacción con la producción por parte de África, actualmente ningún país presenta un importante papel como comercializadores internacionales en función al jugo de maracuyá. Dando a simple vista que los países como Ecuador, Brasil, Perú y Colombia poseen o tienen casi mas del 80% de la satisfacción de demanda global.

2.2.7. Producción a nivel nacional

Se puede observar dentro de la tabla 3, que Lambayeque posee una mayor superficie, no obstante, el mejor rendimiento lo tiene Piura.

Tabla 3. *producción, superficie cosechada, rendimiento del maracuyá amarillo, según región. 2010*

Provincia	Productividad (R)	Área (A)	Rendimiento (Kg/A)
Nacional	48607	4269	12852
Tumbes	302	18	15960
Piura	2150	212	16952
Lambayeque	18009	1474	11645
La Libertad	1066	148	7195
Cajamarca	106	18	5861
Ancash	9015	801	11255
Lima	13455	901	14933
Huánuco	11.	78	5719
Junín	2311	257	8992
Moquegua	17	4	4203
Ayacucho	48	8	6000
San Martín	122	14	8686
Lo reto	253	64	3953
Ucayali	251	63	3980

Fuente: Dirección de Información Agraria (2010)

2.3. Pectina

Síntesis histórica:

De acuerdo con Abzueta (2012) indica que en el siglo 18 fue descubierta la pectina, por el investigador y científico Vauquelin, que brindo diversas investigaciones usando como materia prima el tamarindo, seguidamente separo ambas sustancias.

El componente descubierto, indico que el era el motivo principal porque los zumos se volvían en jaleas siempre cuando se sometía a una alta temperatura con azúcar, la caracterización lo realizo Henri Braconnot, en el siglo 19, denominando a esta sustancia como pectina, cuyo significado es “congelar”. Así mismo también se mostró los resultados obtenido, dando como evidencia que el pH era el factor optimo siempre y cuando se desea convertir la sustancia a gel. (León y Riveros, 2014)

Inicialmente la obtencion de pectina se realizo en el siglo 20, exactamente en el pais de Alemania, a traves de diversos residuos obtenidos de la obtencion de zumo de manzana. El mecanismo se difundio con una velocidad rapida por todos EE.UU, cuya patente es adquirida por Douglas. (León y Riveros, 2014)

La velocidad con la que la sustancia aumento dentro de las diversas industrias de EE.UU fue instantanea, seguidamente se propago en Europa, un derivado de la pectina descubierta por Fermi, es la protopectina, cuyo compuesto es insoluble en diversas texturas de plantas.

Indicando a Gomez (1998) concluyo que la sustancia descubierta en el siglo 18, funciona como un vital ingrediente para la elaboracion de gelatinas,helados entre otros.Asi mismo tambien se utilizan para diversos sectores como el sector farmaceutico que necesita cambiar la viscosidad de los compuesto en el sector de plastico, del mismo modo tambien funciona como la elaboracion de espumantes y clarificantes. (Renteria, 2014)

2.3.1 Generalidades

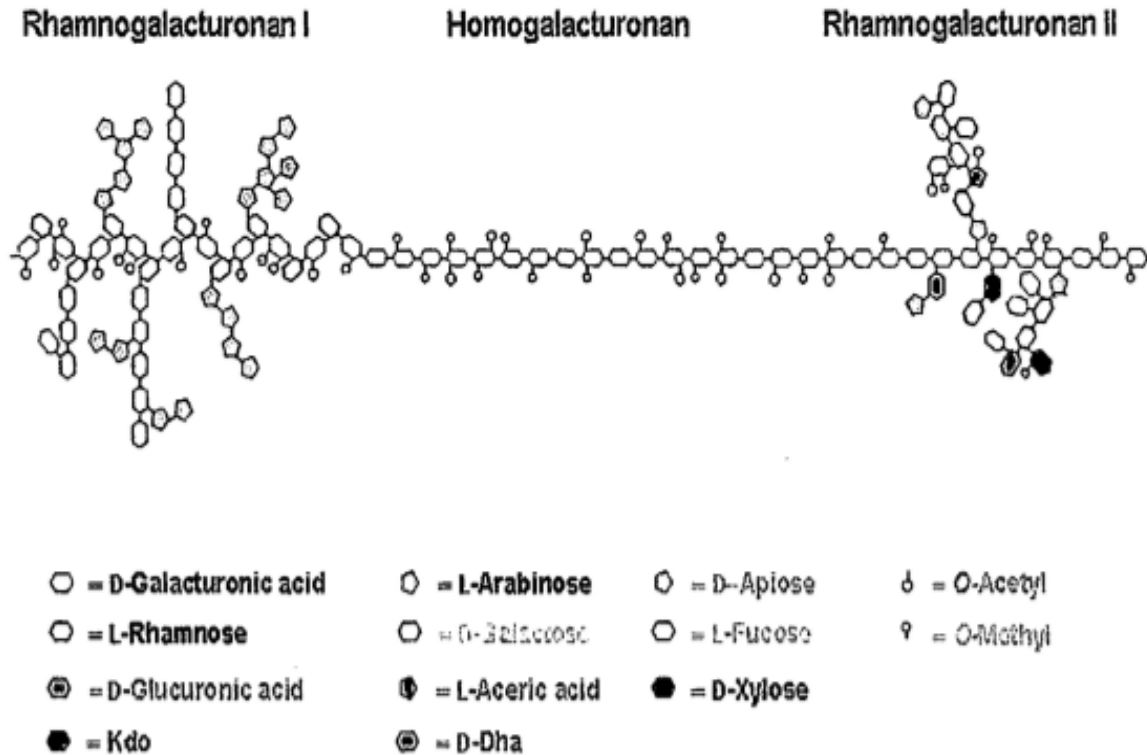
De acuerdo con Abzueta (2012) indica que la pectina, es un polisacárido derivado y proveniente de la especie vegetal, disolubles en diversas aguas y ácidos, con características de gel, brindando un beneficio nutricional óptimo para el ser humano, normalmente son polímeros rectos que poseen un elevado peso molecular, que vienen de las diversas cascarras. Están compuestos por ácido D-galacturónico levemente esterificado con NH_3 , enlazados por grupos glicosídicos a (1 \rightarrow 4).

Indicando a Devia (2003) afirma que las pectinas son varios polisacáridos definidos o presentados en el ambiente como diversos componentes estructurales del mecanismo correspondiente de los vegetales. El componente de mayor importancia es el ácido poligalacturónico, que normalmente se encuentra esterificado con CH_3OH . Principalmente se ubica dentro de los vegetales, esto con el fin reutilizar la cualidad para oscilar la igualdad del H_2O dentro del mecanismo.

La pectina es un compuesto tradicional formado a partir de la pared inicial de los vegetales, cuyo mecanismo es el de sólido intercelular (Chasquibol, 2008, p.176)

Gamboa (2009) indica:

La parte llana suele estar acetilados al carbono y la parte rugosa, posee muchos polímeros, que se encuentran cortados o separados por restos de L-ramnosa enlazados a (1,2), cuyo objetivo se logran enlazar grupos extensos de arabinano y galactano situados en C4. El ramnogalacturonano 11, es un multisacárido compuesto por un poco más de 29 uniones, que presentan una estructura de ácido galacturónico, remplazado por diversos grupos los cuales son ramnosa, arabinosa, apiosa y metilfucosa.



Fuente: Willats y col. (2006), citado por Gamboa (2009: 19)

Ilustración 6. Estructura de la pectina.

Fuente: Gamboa (2009) p.19.

La característica principal que posee la pectina es la absorción de H₂O, lo cual lo denominan coloide, normalmente esta o se encuentra en la clase de polisacáridos, del mismo modo también se ubica en la gran mayoría de frutos cítricos. (Chacín, 2010, p.8).

Su principal uso se basa en ser un agente conservador para el sector alimentario. Uno de los usos mas comunes hoy en día es la utilización de la pectina para la elaboración de jalea, así mismo también se emplea en diversos productos como mermelada, yogures, helados, entre otros. (Escobedo, 2013)

2.3.2. Tipos de Pectina

Honores y Durán (2012) indican:

La estructura molecular que poseen las pectinas son cadenas extensas compuestas por ácido galacturónico, que normalmente se puede hallar con el género de carboxilo

Las pectinas se componen de grupos extensos compuestos por esterificado por metanol que también se conoce por metoxilado. En absolutamente todas las frutas, el ácido galacturónico se esterifica por sustancias como el metanol, lo cual también puede desperdiciarse con gran simplificación por diversas hidrolisis, dando como resultado una cadena de ácido libre.

“De acuerdo con la proporción que dejan los residuos de ácido galacturónico esterificado, se puede llegar ordenar las pectinas como "de alto metoxilo", cuando la proporción correspondiente supera el 50%, y lo contrario se denomina de bajo metoxilo” (Duran y Honores, 2012).

✓ **Pectinas de elevado metoxilo**

“Se denominan pectinas de elevado metoxilo a las que poseen un rango de 52-82% de las cadenas carboxilos esterificados por metoxilo, cuya función principal es tener solubilidad en el H₂O. No obstante, un dato importante indica que, si cualquier pectina posee el 100% respecto a su esterificación, dicho compuesto sería denominado protopectina”. (García, guiado por León y Riveros, 2014).

La gran cantidad de azúcar que necesitan los tipos de pectinas están o se encuentran dentro de un rango de 56-86%, el pH está en un rango de 2.1-4.6, y se necesita una alta temperatura para moldear gel con propiedades sólidas a diferencia de los geles con una menor cantidad de metoxilo, lo único defectuoso en esto, es que son las que sufren una mayor degradación en menor tiempo en diversos medios alcalinos (Nizama, 2015, p.31)

Duran y Honores (2012) indican:

El tiempo de gelificación normalmente depende de la proporción de esterificación, esto se debe a que si la proporción es de 61 a 68 la formación de gelificación es demasiado baja, si el valor es de 69-71, la formación de gelificación es media, y si obtenemos datos de gelificación de 72-77, es rápida.

Tabla 4. *Clasificación de gel de pectina de alto metoxilo*

Velocidad de Gelificación	Porcentaje (%)
Baja	61-68
Media	69- 71
Alta	72- 77

Fuente: Grunauer (2009)

Así mismo también, dichas pectinas que poseen un nivel de esterificación más alto tienden a generar geles que normalmente pueden ser irreversibles en función a la temperatura, no obstante, si poseen un menor nivel de esterificación, pueden ser reversible. (Duran y Honores.2012)

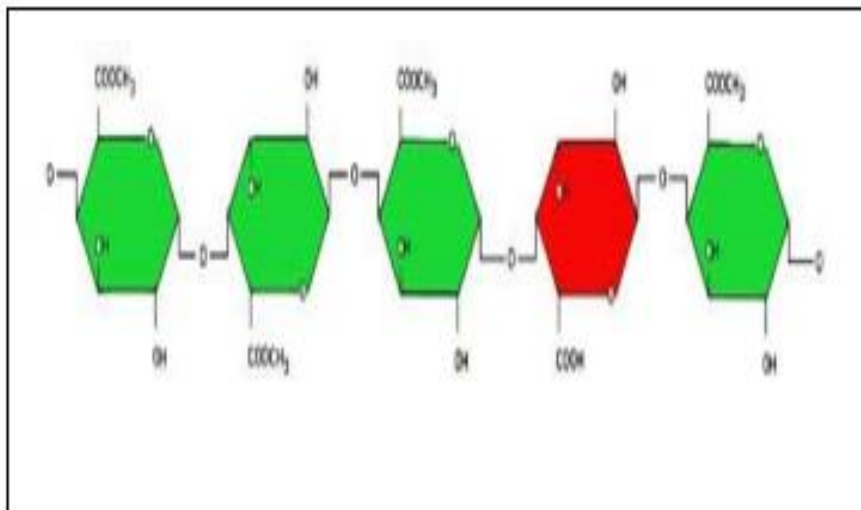


Ilustración 7. Estructura de una pectina de alto metoxilo.

Fuente: Duran y Honores (2012).

✓ **Pectinas de bajo Metóxilo**

León y Riveros (2014) afirman:

A diferencia de las pectinas que poseen o tienen un elevado metoxilo, las pectinas con un disminuido nivel de metoxilo (LM), tienen tendencia a formar geles con propiedades o características termo reversibles por tener contacto con el CA encontrado en dicho medio; las pectinas con un menor nivel de metoxilo, normalmente son definidas por poseer índices menores al 49% de conformidades esterificadas del ácido poligalacturónico, por lo que contribuyen a la formación de geles con soluciones solidas que en su composición poseen calcio. Devia (2012) afirma: “la capacidad del gel está en función al nivel de pH y el grado de concentración de calcio, lo cual va muy de la mano con la estructura de la gelatina obtenida”.

En breve se observa un ejemplo de la composición estructural para una pectina con un nivel de metoxilo bajo.

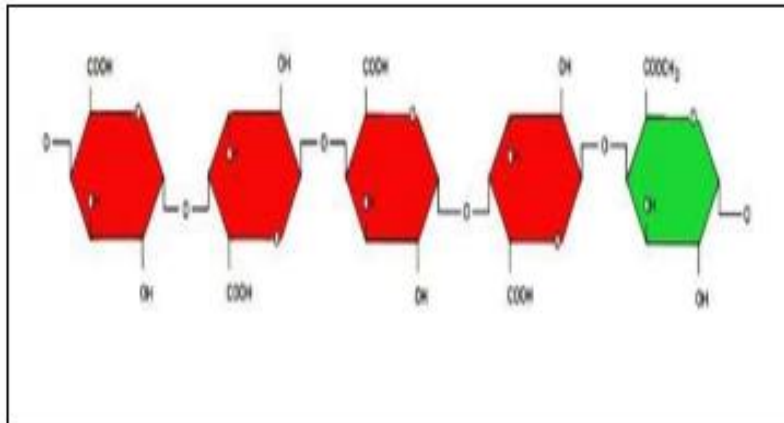


Ilustración 8. Composición de una pectina con un nivel menor de metoxilación.

La característica principal que posee las pectinas, como mencionamos en varios apartados con anterioridad, es la de formar gel, cuyo compuesto constituyente está formado por una forma reticular de pectinatos de CA, no obstante, la cantidad de sólidos tiende a disminuir hasta el 2%, así mismo también el pH se aproxima hacia su neutralidad. Debido a estos puntos es de vital importancia tener en cuenta que la presencia de pectina y las diversas sales en diversas sales de calcio es de vital importancia (Duran y Honores, 2012)

Otro punto importante es saber que la presencia de azúcar disminuye en gran proporción el calcio adecuado. Como consecuencia a una cantidad reducida de azúcar, es de vital importancia emplear pectinas con menor nivel de metoxilo, para la obtención de la misma consistencia. El rango de temperatura en el cual trabaja estas pectinas se encuentra entre 37 a 100°C. (Duran y Honores, 2012)

✓ **Pectinas amidadas**

La desmetoxilación con el compuesto de amoníaco brindan de manera óptima que la pectina presente un menor índice metoxilo, debido a que este reemplaza la cadena de éster por una cadena amida, cuyas modificaciones se basan en las características de gel respecto a la pectina. Una de sus más grandes ventajas observadas, es la de poseer una alta tolerancia respecto a los niveles presentes de calcio, generando geles. A un grado alto

de amidación, la temperatura requerida para la óptima generación de geles es alta. (Rivadeneira, 2009)

2.3.3. Propiedades de las Pectinas.

Masa molecular

El rango en el cual se halla su masa molecular varia de 2600 – 1.125.000 gramos sobre mol, esto es depende del procedente de los compuestos pectidicos hallados.

Solubilidad

Esta cambia de acuerdo con la condición del ambiente, normalmente los grupos metílicos ocasionan una ruptura entre los enlaces pelipepticos, ocasionando que sean mucho más solubles. Mientras más alto sea el nivel de esterificación, más alto también será la disolubilidad.

Las condiciones en donde es soluble dicho compuesto son a partir de los 70°C, así mismo también el porcentaje de solubilidad es de 2.5%, ocasionando grumos glutinosos a simple vista por la parte exterior y secos interiormente (Escobedo, 2013)

Viscosidad

La viscosidad de la pectina disuelta en agua va en función de diversas variables, entre ellas se encuentra la masa molecular, nivel de esterificación y la densidad electrolítica de la mezcla.

Las disoluciones de la pectina con un grado mayor a 85% de esterificación, no varían de acuerdo con su viscosidad al cambiar el PH, así mismo también si desciende el nivel de esterificación la pectina estará en función del pH. Ambos compuestos no son solubles en H₂O.

Los compuestos pecticos son sólidos en medio acido, para ser más preciso entre 3.1 – 4.2, no obstante, también puede ser estables a elevadas temperaturas, así mismo

también por varias horas en un ambiente alcalino, la descomposición se da velozmente a elevadas temperaturas. (Escobedo, 2013)

“Esto quiere decir, que la inclinación de gel sube gradualmente cuando su pH disminuye. Normalmente se puede observar esto, en pectinas con un elevado nivel de metoxilo, normalmente estos geles necesitan un pH bajo, alrededor de los 3.5” (León y Riveros, 2014).

El azúcar y otros solutos similares

Los carbohidratos normalmente suelen quitar agua a las pectinas disueltas, mientras mas solidos existen dentro de una disolución, menor cantidad de agua existe que actúa como solvente en la pectina, por lo que se optimiza su gelificación. (León y Riveros, 2014)

El suministro de agua disminuye de acuerdo con el porcentaje de solidos dentro de una disolución, cuando el porcentaje de solido es superior al 86%, el agua en dicha disolución es escasa, tanto que la gelificación es imposible de mantener o vigilar. “Las pectinas que poseen un nivel menor de metoxilo son capaces de gelificar todos los valores de solidos compuestos dentro de una solución. La temperatura dentro de una disolución baja siempre y cuando el porcentaje de solidos soluble disminuya también” (García, (2010).

2.3.4. Método tradicional de obtención de pectina

Existen un sin fin de mecanismos registrados para la producción de pectina a través de diversas frutas, los cuales poseen un elevado contenido de pectina, 1994; Fishman, 2000; Attri, 1996; Ehrlich, 1997; Gómez, 1998, y Glahn, 2001. Esto mas que todo depende del mecanismo empleado a las materias primas, ya que esto depende de la calidad optima o no optima de la pectina obtenida, aunque los mecanismos más comunes que se puede encontrar son los de hidrolisis y separación. (Rivadeneira, 2009)

El mecanismo de Hidrolisis brinda un no paso químico de los diversos compuestos carboxiilos que intentan no solubizar a la pectinas. No obstante , este mecanismo es arduamente vigilado , debido a que permite evitar la hidrolisis de cadenas glucosídicos y ésteres no deseados. (Rivadeneira, 2009)

Actualmente, las industrias empleadas a la elaboración de la obtención de pectina se encargan de comprar el rebote de las industrias de concentrado, en donde con inmediatez se pasa a la limpieza de esta, con la finalidad de suprimir los diversos residuos encontrados en él, del mismo modo también se divide las cascara no optimas que presentan en su corteza o interior, hongos o gusanos. (Rivadeneira, 2009)

La finalidad que posee este mecanismo es suprimir las pectina-esterasas, cuya definición serian microorganismo que estimulan la respuesta de desmetoxilación, dando como resultado pectinas con nivel bajo de metoxilo, así mismo también inactivan la poligalacturonasa, cuyo objetivo principal es la de romper y glucosídicos entre las moléculas galacturónicas, despolimerizando el grupo en diversas proporciones pequeñas con el fin de formar monómero del ácido galacturónico. (Rivadeneira, 2009)

Guidi (2010) citado por Escobedo (2013), describe un método de extracción a escala de laboratorio:

1. Acondicionamiento primario

El mecanismo de la obtención de pectina se basa con el cálculo de la cascara de la fruta, seguidamente se remoja en agua y se seca, luego se corta en trozos de 1.2 cm, esto tiene como finalidad aumentar el área de contacto.

2. Detención de las enzimas

Seguidamente la cascara picada es puesta en agua, teniendo en cuenta la relación de 3ml por cada gramo de cascara, durante un tiempo de 10 min, con una temperatura de

90°C, esto se realiza con la finalidad de quitar los microorganismos almacenados en el endocarpio.

3. Hidrolisis

Luego se somete a Hidrolisis con el ácido mencionado con anterioridad y con una proporción de agua de 3:1, con una temperatura no máxima de 80°C, un tiempo constante de 50 minutos, con agitación constante, esto con la finalidad de eludir la sedimentación de la solución.

4. Filtrado

Luego del proceso de agitación, la muestra se pasa a filtrar, quitando de manera óptima la cascara, el líquido obtenido se sometió a centrifugación, con parámetros óptimos como una velocidad de 3000 rpm y un tiempo de 30 min, seguidamente se enfrió a una temperatura de 4°C.

5. Precipitado

Posteriormente se precipita, para dicha precipitación se emplea etanol a 96% de acuerdo con la solución obtenida, por un tiempo de 60 minutos, luego se emplea la disolución con un constante movimiento, y luego se deja en reposo durante 60 minutos más.

6. Filtrado

Después se filtra y prensa la muestra, obteniendo la pectina deseada.

7. Secado

Por último, la pectina en gel se somete a secado por estufa, con una temperatura de 60°C, por un tiempo de 8 horas, posteriormente se molió y anoto el peso final obtenido de la pectina.

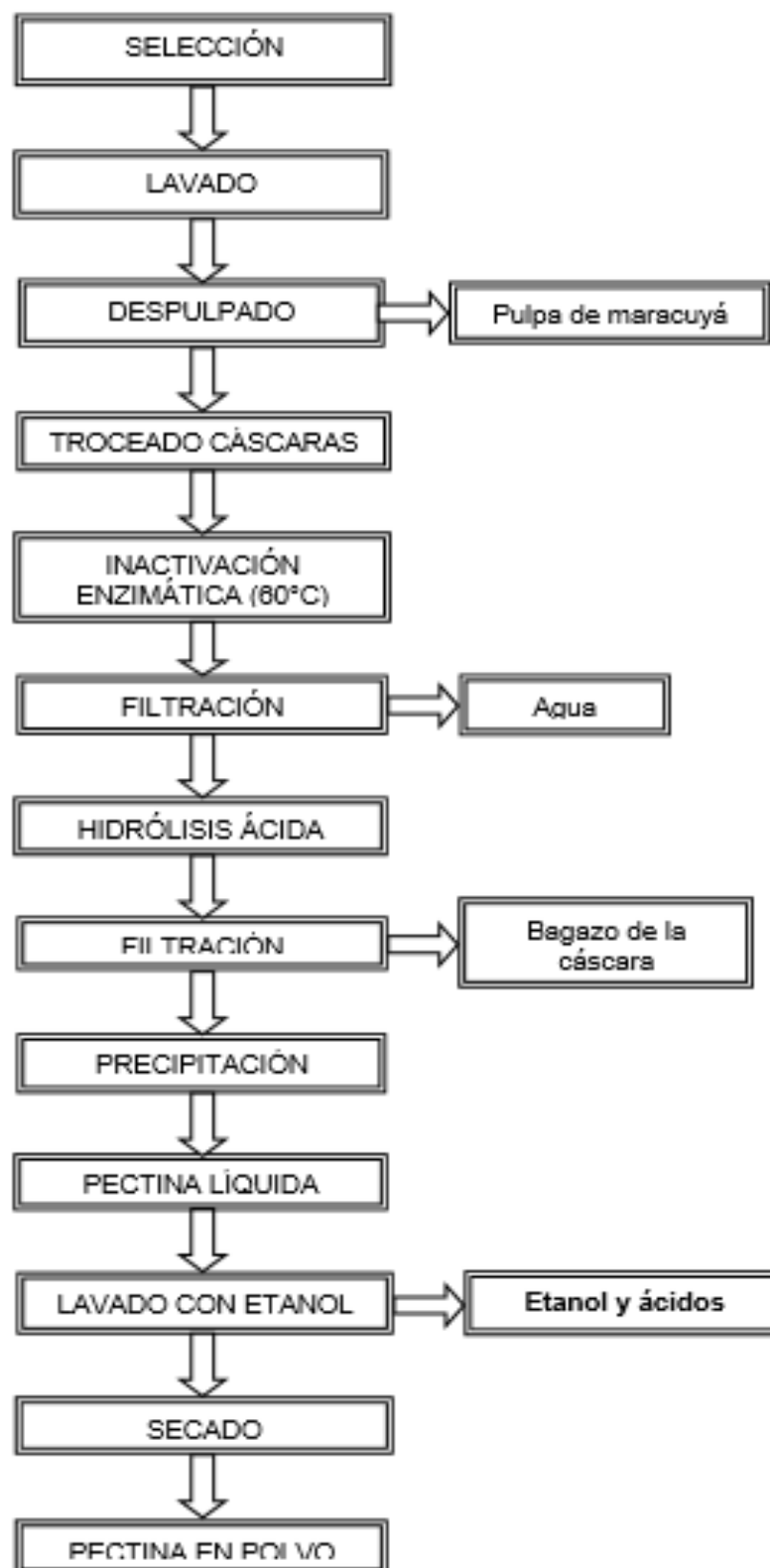


Ilustración 9. Extracción de Pectina.

Fuente: Escobedo (2013).

2.3.5. Usos de pectina

En el sector alimentario

Normalmente la pectina es empleada en el sector alimentario como gel, el cual permite estabilizar y espesar diversos compuestos, esto más que todo de acuerdo con el modelo de pectina, así mismo también a la formación del mecanismo en el que se desarrollan, es posible adquirir tejidos finos y tixotrópicos. (Calderón, 2011, p.9)

“La característica principal de la pectina, sirven o se emplean para la protección de proteínas dentro del yogurt, en su mayoría para los que presentan un pH menor a lo común y son en contra de la temperatura alta, esto mas que todo se presenta en el mecanismo de pasteurización, suprimiendo de manera óptima la sedimentación. Lo cual brinda un óptimo compuesto estable”. (León y Riveros, 2014)

En el sector de Bebidas

El compuesto natural y óptimo que presentan la mayoría de las bebidas es la pectina, esto se debe a que presenta por naturaleza calorías menores, así mismo también presenta una estable turbidez y viscosidad. En las conservas posee la propiedad restauradora en las texturas, del mismo modo funciona en las diversas mezclas alimenticias y tendiendo también a subproductos lácteos, como helados o quesos, aquí la función principal es de estabilizar el producto de manera óptima y adecuada. (León y Riveros, 2014).

Aplicaciones en el sector Farmacéutico

“La principal razón por la cual se emplea la pectina en el uso farmacéutico es por las características hidro coloidales que esta posee, así mismo también presenta o produce un mecanismo sinergia y incrementa el mecanismo de diversos principios activos” (León y Riveros, 2014, p. 94).

Otros sectores en donde se emplea la Pectina

“Actualmente es empleada como un pegamento tradicional, en el sector tabaquero, para ser mas exactos en envoltorio de la cajetilla, los ejemplos mencionados con anterioridad brindan un arduo conocimiento sobre la pectina y como funciona en diversos sectores, así mismo también demuestran las posibilidades que pueden esperarse en un próximo futuro” (Abzueta, 2012,p.11).

A su vez también la pectina es principalmente usada en campos más importantes como por ejemplo en ambientes de cultivo en microbiología, cuidado de suelos y nutrición animal.

2.3.6. Importancia de la pectina

Según Chasquibol (2008):

En nuestro país, al igual que en la gran cantidad de países de Latinoamérica actualmente no brinda una óptima obtención de pectina, por lo que todo lo obtenido se exporta, debido a que necesita satisfacer la demanda del sector alimentario.

De absolutamente Latinoamérica, el país más propicio que se ha logrado apoderar del mercado global es México, debido a que exporta alrededor de 5000 TN al año, importando aproximadamente 45 millones de dólares. El costo normalmente de la pectina ofreció y demandado por el país es de US\$11,97. (León y Riveros, 2014).

De acuerdo con los cálculos estimados, indican que la producción global respecto a la pectina es de 35,000 Tn por año. En breve se muestra los Países más relevantes en función a la exportación de pectina a nivel mundial.

Tabla 5. *Demanda de pectina a nivel nacional*

Año	Importación (Kg)	Exportación (Kg)	Demanda (Kg)
2000	55 429,52	900,00	53 529,52
2001	52 710,00	125,00	52 585,00
2002	74 640,03	420,80	74 219,23
2003	80 345,00	525,00	79 280,00
2004	119 651,05	1 238,62	118 421,43
2005	106 542,72	475,00	106 067,72
2006	145 657,70	1100,00	144 557,70
2007	117 733,74	1525,00	116208,74

2.3.7. Características fisicoquímicas respecto a la pectina

Las pectinas son compuestas que poseen una extensa y gran masa molecular, originadas en la corteza blanca de los cítricos. Se encuentran formadas por diversos grupos de Ácido D-Galacturónico levemente esterificado con CH₃OH, enlazados por grupos de glucosídicos α - (1→4), en donde se enlazan diversos residuos de ramnosa con grupos de azúcares no alcalinos, ni ácidos.

Las propiedades gelificantes que posee este compuesto, está en función al nivel de esterificación que suprime la resistencia, viscosidad y velocidad de gel, dando como indicio que la cantidad de enlaces metoxilos dentro de la pectina, es la misma que posee la fuerza del gel. En pocas palabras indicamos que la resistencia y velocidad que posee el gel, baja respecto al nivel de esterificación que posee. Normalmente puede ser entendido como el incremento de la interferencia esférica ocasiona diversas cadenas de metil-ester encima de los choques moleculares en su interior a través de los enlaces de hidrogeno. (Rivadeneira, 2009)

2.4. Definición de términos utilizados

Endocarpio:

(León y Riveros, 2014). Corteza que posee una alta y elevada cantidad de pigmentos amarillentos. Normalmente es una base de cubierta, saco de zumos y membranas, cuya composición se basa en la celulosa, azúcar, aminoácidos entre otros nutrientes más.

Enzima:

Compuesto formado por diversas proteínas que se encargan de producir grandes cantidades de microorganismos vivos que son empleadas como catalizador durante diversos mecanismos químicos.

Epicarpio o flavedo:

Compuesto externo del fruto, en su mayoría posee pigmentos, vitaminas y aceites.

Hidrólisis:

Degradación de diversos compuestos tanto orgánicos como inorgánicos extensos en otras con mejor complejidad.

Higroscópico:

Propiedad de algunos cuerpos inorgánicos, y de todos los orgánicos, de absorber, exhalar y conservar la humedad.

Mesocarpio o Albedo:

Ubicada entre la corteza y pulpa de la cualquier fruta, dicha parte posee diversas proteínas, vitaminas, carbohidratos, pectinas, entre otros más.

2.5. Formulación de Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

- Es posible la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) mediante la hidrólisis utilizando el ácido cítrico

2.5.2. Hipótesis Específicas.

- Es posible identificar las variables que intervienen en el proceso de obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)
- Existe una relación directa entre la temperatura, el tiempo y el pH con la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)
- Es posible evaluar las condiciones óptimas para la obtención de pectina

CAPITULO III: PROCESO DE EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE MARACUYÁ

3.1. Diseño Metodológico

Según el tipo de investigación es aplicada. La presente tesis es cuasiexperimental a nivel de laboratorio.

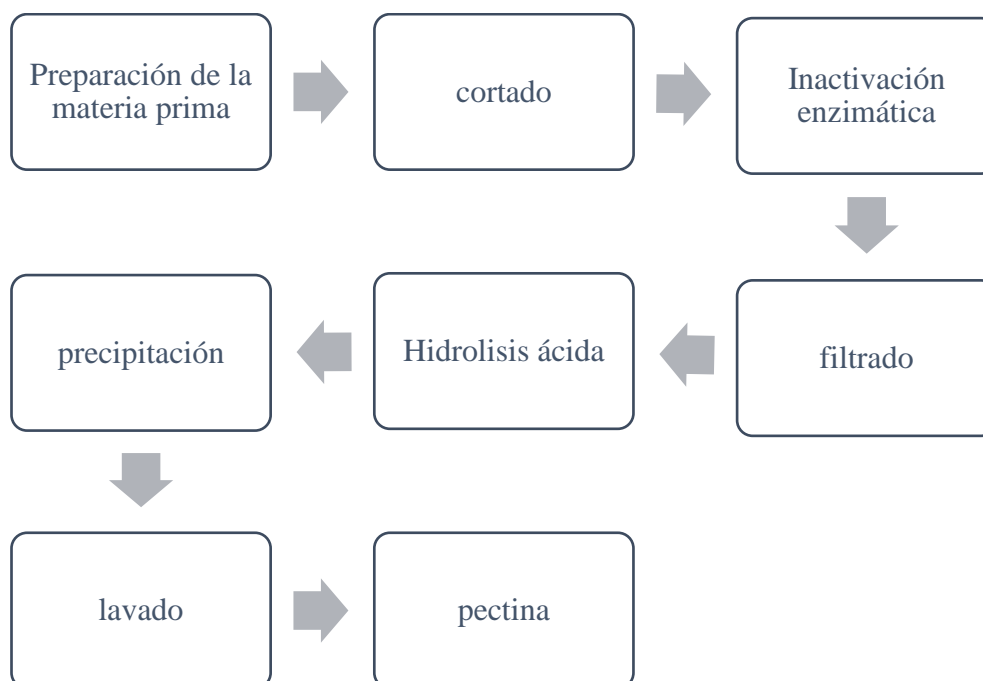


Ilustración 10. Diagrama de Bloques que describe el mecanismo de obtención de pectina

Una vez que la cáscara ha sido recolectada y seleccionada se someten a un proceso de hidrolizado con ácido cítrico, manteniendo al pH a dos condiciones diferentes, luego se precipita con alcohol.

Mediante este procedimiento se pretende determinar el rendimiento de la pectina.

3.1.1. Enfoque

De acuerdo con la naturaleza de la investigación el enfoque es de tipo cuantitativo, deductivo y aplicado.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

La población es finita. Las cáscaras de maracuyá (*pasiflora edullis*) procedente del mercado de abasto de Huaura- Huacho.

3.2.2. Muestra

Se compraron 30 kg de maracuyá amarillo, y después de pretratarlas se extrajeron muestras de 150 gr para cada ensayo.

Diseño Experimental

Se utilizará un diseño trifactorial de $2 \times 2 \times 2$ en DCA (diseño completo al azar), con 3 factores, dos niveles por factor y 4 repeticiones.

Factor A: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Nivel: a0: 70

a1: 85

Factor B: tiempo (min)

Nivel: b0: 60

b1: 90

Factor C: PH

Nivel: C0: 2

C1: 3

3.3. Operacionalización de Variables e Indicadores

V. Independiente (X1): Cáscaras de maracuyá

V. Dependiente (Y1): Pectina

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
X1: Cáscaras de maracuyá	Fruta redonda, que contiene pequeñas semillas negras comestibles. En la morfología encontramos el Exocarpio, que es la cáscara del fruto, recubierto de cera natural.	Hidrólisis Mecanismo en donde se realiza una transformación de cadenas de gran tamaño a uno de menor proporción, normalmente se rompen los enlaces ubicados en dicha solución acuosa. Esto mas que todo es realizado para la liberación de diversos tipos de azúcares.	Concentración ácida Fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta ▪ Media ▪ Baja ▪ Temperatura ▪ pH
X1: Pectina	Son diversas mezclas entre polímeros ácidos y neutros con extensas cadenas ramificadas. El componente de vital importancia es la lamina celular en la pared, debido a que forma el 30% del peso en seco.	Precipitación:	Fisicoquímicos Concentración de la pectina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ temperatura (°C) ▪ ▪ Alta ▪ Baja

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Materiales, equipos y reactivos

Reactivos

- ✓ Agua destilada
- ✓ Ácido cítrico
- ✓ Alcohol 96°
- ✓ Agua

Equipos utilizados

- ✓ Cuchillo de cocina
- ✓ Colador
- ✓ Cocina eléctrica
- ✓ Secador (especificar tipo)
- ✓ Balanza analítica
- ✓ pH metro
- ✓ termómetro
- ✓ varilla
- ✓ placa Petri
- ✓ papel filtro

3.4.2. Recolección y selección de la materia prima

La materia prima utilizada para la extracción de pectina fue la cáscara de maracuyá (*pasiflora edullis*) procedente del mercado de abasto de Huaura- Huacho. El proceso de selección de la materia prima es de gran importancia ya que se debe seleccionar una cáscara que se encuentre en madurez intermedia.

Tratamiento de la materia prima

El mecanismo de pretratamiento se llevó a cabo dentro del laboratorio de fisicoquímica de la Facultad de Ingeniería Química y metalúrgica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

En el proceso a escala de laboratorio, a nivel experimental, se observaron las siguientes etapas:

a. Cantidad de materia prima

Se emplearon aproximadamente 30 kilos de cascara de maracuyá.

b. Lavado

Se realizaron no menos de 3 lavados respecto a la cascara de maracuyá, con el fin de eliminar sólidos y las impurezas que se encuentran en la corteza, empleado 4 litros de agua.

c. Cortado

Luego del lavado, se escogió la cascara para su respectivo corte, los corte realizadas en la cascara fueron alrededor de 1.2 cm, con la finalidad para subir el área de contacto.

d. Inactivación enzimática

El mecanismo se basa en desactivar las enzimas pecticas, con el fin de suprimir los microorganismos que el proceso de lavado no ha suprimido, esto más que todo sirve para que la pectina no se degrade, así mismo también elimina las reacciones de oxidación evitando un cambio drástico de color y sabor. De acuerdo con Devia (2003) se emplearán 3 gramos respecto a cada 10 ml de agua. La temperatura estaba basada a 80°C, luego se emplea la cascara durante 5 min.

e. Ecurrido

Luego del procedimiento anterior se escurre de manera adecuada, dejándose secar sobre mallas, a t° ambiente, con el fin de eliminar el exceso de agua.

Extracción de pectina

f. Hidrolisis ácida

Se pesó la muestra sólida y se determinó la proporción adecuada de agua acidulada a emplear en la hidrolisis. La relación agua – cáscara es 3:1 (600 g de agua por 200 g de muestra)

Para la hidrólisis se agregó el ácido cítrico hasta alcanzar el pH deseado (2-3) durante el tiempo requerido (60 - 90 minutos) manteniendo la temperatura deseada (70 – 85°C) con movimiento permanente, con la finalidad de suprimir la degradación del bagazo.

g. Precipitación

Seguidamente se añadió etanol de 96°, a la proporción de solución pectica, seguidamente se dejó reposar por 1 hora. La coagulación de la pectina se observó por la formación de un gel sobrenadante. (León y Riveros, 2014).

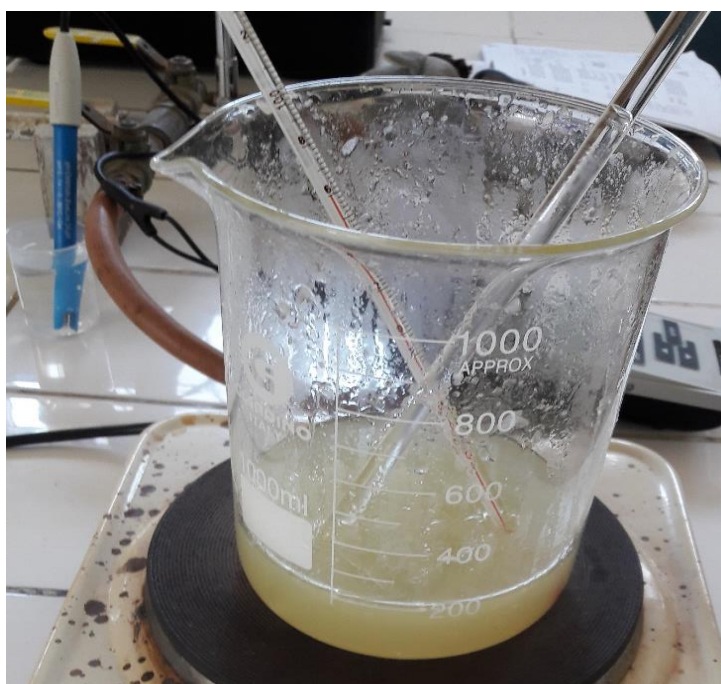


Ilustración 11. precipitación de pectina.

h. Lavado

Luego se paso a limpiar la pectina con diversos lavados con alcohol de 70°, con la finalidad de eliminar impurezas no deseadas.



Ilustración 12. Pectina.

Caracterización de la pectina

Humedad. - (Owens, 1952): Se sometió a pesado la muestra y se seco durante un tiempo de 16 horas, con una temperatura de 70°C. Luego se agrego 1% al dato de humedad con el fin de estar de acuerdo con el método de Fisher.

3.5. Técnicas para el desarrollo de la información.

Las técnicas empleadas respecto al mecanismo de datos se emplearon diversos softwares SPSS con el fin de analizar y recolectar los datos óptimos para el proceso.

CAPITULO IV: RESULTADOS

Todos los ensayos y análisis se realizaron en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de Huacho, como respuesta de ello se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1. Caracterización de la cáscara de maracuyá.

Tabla 6. *Humedad de la cáscara de maracuyá*

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Humedad	9	83.62	0.18	83.28	83.80

Fuente: InfoStat

Tabla 7. *Ensayos para Extracción de pectina a partir de cáscara de maracuyá*

N° ensayo	T, °C	t, min	pH	W _{pectina} , g
1	70	60	2	0.882
2	70	60	3	0.462
3	70	90	2	1.641
4	70	90	3	1.473
5	85	60	2	3.041
6	85	60	3	3.34
7	85	90	2	2.754
8	85	90	3	2.443

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis para efectos principales

Análisis de varianza para PESO, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust	CM Ajust	F	P
Temperatura	1	24.0887	24.0887	24.0887	123.91	0.000
Tiempo	1	0.0824	0.0824	0.0824	0.42	0.520
pH	1	0.0884	0.0884	0.0884	0.45	0.506
error	28	5.4434	5.4434	0.1944		
total	31	29.7030				

S = 0.440916 R-cuad. = 81.67% R-cuad. (ajustado) = 79.71%

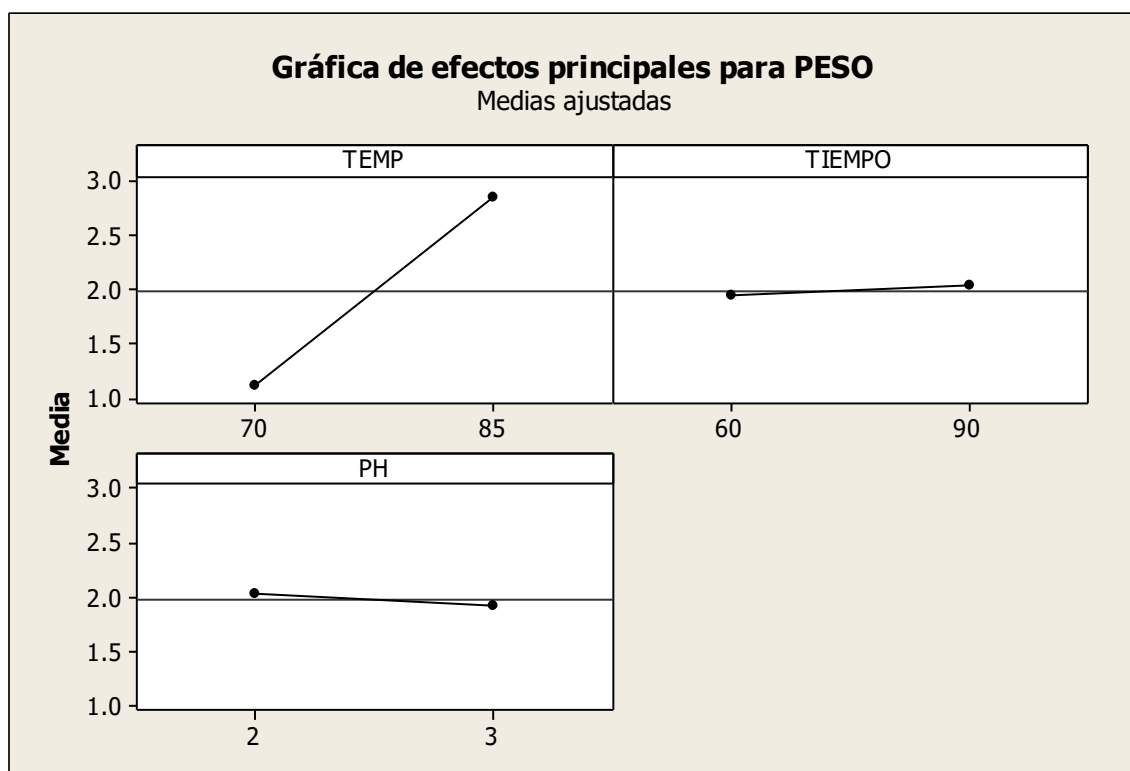


Ilustración 13. Gráfica de efectos principales para PESO

4.3. Análisis para efectos simples

Modelo lineal general: PESO vs. TEMP; TIEMPO; PH

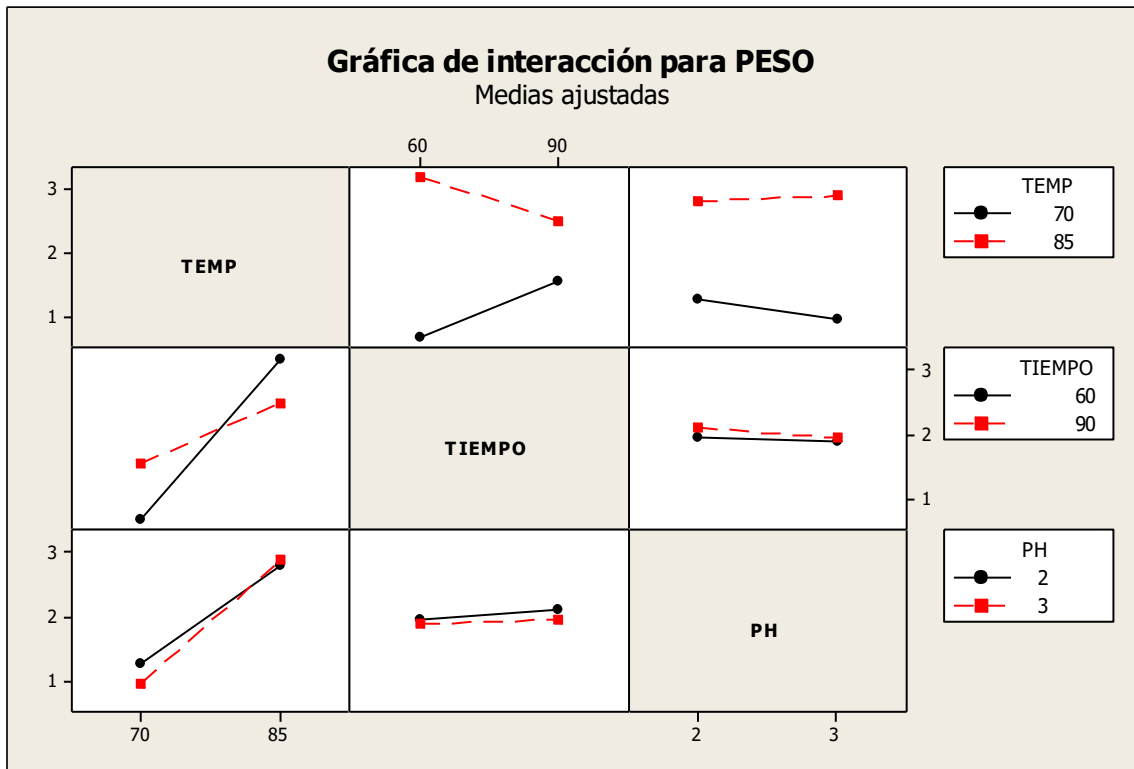
Factor	Tipo	Niveles	Valores
Temperatura	fijo	2	70; 85
Tiempo	fijo	2	60; 90
PH	fijo	2	2; 3

Análisis de varianza para PESO, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
TEMP	1	24.0887	24.0887	24.0887	3987101.8	0.000
					8	
TIEMPO	1	0.0824	0.0824	0.0824	13641.60	0.000
PH	1	0.0884	0.0884	0.0884	14633.40	0.000
TEMP*TIEMPO	1	4.9094	4.9094	4.9094	812592.19	0.000
TEMP*PH	1	0.2858	0.2858	0.2858	47299.53	0.000
Tiempo*PH	1	0.0158	0.0158	0.0158	2622.12	0.000
TEMP*TIEMPO*P	1	0.2322	0.2322	0.2322	38436.60	0.000
H						
Error	24	0.0001	0.0001	0.0000		
Total	31	29.7030				

S = 0.00245798 R-cuad. = 100.00% R-cuad. (ajustado) = 100.00%

Gráfica de interacción para PESO



CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión:

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos señalar lo siguiente:

- Del análisis de varianza para la variable Peso, se observa que solo existe diferencia significativa entre los niveles de temperatura.

Del análisis para efectos simples y de la gráfica de interacción para peso, podemos observar lo siguiente:

- Se observa que a una temperatura de 85°C se obtiene mayor peso tanto para pH = 2 o pH = 3.
- Se observa que a una temperatura de 85°C se obtiene mayor peso tanto para un tiempo de 60 como para 90 minutos.
- Se observa que para un tiempo de 60 y una temperatura de 85°C se obtiene mayor peso
- Para un pH de 2 o de 3 y para cualquier tiempo se tiene aproximadamente el mismo peso de pectina
- Para un pH de 3 y para una temperatura de 85°C se tiene mayor peso de pectina.

5.2. Conclusiones

- Como primer punto podemos concluir que nuestras variables de control han sido la temperatura, tiempo y pH.
- A partir del análisis de varianza podemos concluir que sólo existe diferencia significativa en el rendimiento de obtención de la pectina entre los niveles de temperatura.
- Haciendo un análisis del efecto simple entre las variables temperatura, tiempo y pH, se ha determinado que las condiciones óptimas para la obtención de la pectina tomando como materia prima la cáscara de maracuyá son: Temperatura de 85°C, tiempo de 60 minutos y pH de 3.

5.3. Recomendaciones:

- Se aconseja seguir investigando otros mecanismos sobre la obtención de pectina y así mismo también realizar análisis comparativos en función al rendimiento, bajo diferentes condiciones de operación.
- Otra recomendación importante sería caracterizar diversas materias primas en función a diferentes variedades de maracuyá, esto más que todo por la variedad de maracuyá que existe en los diferentes microclimas de nuestra región, y determinar cual o cuales son las que dan un mayor rendimiento para la producción de pectina.

CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1. Bibliografía

Camargo, G. (2010). El Maracuyá.

Duran Malagón, V., & Honores Gonzales, M. (2012). *Obtención y caracterización de pectina en polvo a partir de la cáscara de maracuyá (Passiflora Edulis)*. tesis, Universidad Superior Politecnica de Litoral, Guayaquil. Ecuador.

Escobedo Soberón, G. (2013). *Valorización de la cascara de maracuyá como sub producto para obtener pectina usando como agente hidrolizante ácido cítrico*. Chiclayo- Perú.

Ferrari. (2001).

León Mejía, D., & Riveros Cones, J. (2014). “*Extracción y caracterización química de las pectinas de la cáscara del maracuyá amarillo (Passiflora edulis, Var Flavicarpa degener), Granadilla (Passiflora liguris Juss) y tumbo serrano (Passiflora mollisima H.B.K. Bailey)*”.

Macías Camacho, E. (2014). *Estudio técnico-económico para la instalación de una planta extractora de pectina a partir de la cáscara de maracuyá*. Guayaquil.

Malca. (2000).

Nizama Yumanaque, K. (2015). *Obtención y caracterización de pectina a partir de cascara de cacao*. tesis, Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería industrial, Piura- Perú.

Rentería Abril, J. L. (2014). *Procesamiento de frutas de maracuyá (Passiflora edulis) para obtención de pectina, en Manchala, 2013*.

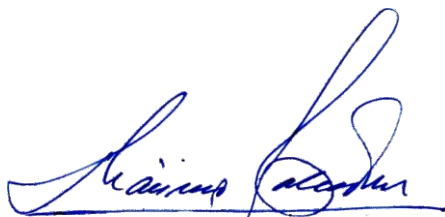
Rivadeneira Avila, A. M. (2009). *Extracción de pectina líquida a partir de la cáscara de maracuyá y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia*. Guayaquil- Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1: Determinación de la Humedad de la cáscara de maracuyáTabla 8. *Humedad de la cáscara de maracuyá*

N° de muestra	% Humedad	% Humedad promedio
	83.71	
1	83.52	83.68
	83.80	
	83.43	
2	83.75	83.49
	83.28	
	83.78	
3	83.56	83.68
	83.71	
Promedio		83.62

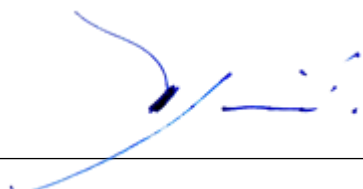
Fuente: Elaboración propia



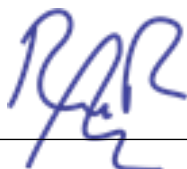
DR. SALCEDO MEZA MAXIMO TOMAS
PRESIDENTE



M(o).COCA RAMIREZ VICTOR RAUL
SECRETARIO



ING. NARVASTA TORRES ISRAEL
VOCAL



M(o). RODRIGUEZ ESPINOZA RONALD FERNANDO
ASESOR