

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



“COMPARACIÓN DEL PODER DE GELIFICACIÓN DE LA PECTINA  
COMERCIAL CON PECTINA EXTRAÍDA DE LA CÁSCARA DE  
NARANJA VARIEDAD VALENCIA”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

KARLA CÁCERES CASTELLÓN  
MARÍA VICTORIA RIVAS CASTRO

PARA OPTAR EL GRADO DE :

LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

16 DE FEBRERO  
DE 1841

ENERO 2004

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA



**©2004, DERECHOS RESERVADOS**

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,  
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

**SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR****Rectora:**

Dra. María Isabel Rodríguez

**Secretaria general:**

Lic. Lidia Margarita Muñoz Vela

**FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA****Decano:**

Lic. Salvador Castillo Arévalo

**Secretaria:**

Lic. Miriam del Carmen Ramos de Aguilar

**Coordinador general de trabajo de graduación:**

Lic. María C. Odette Rauda Acevedo

**Coordinadora de área de Industria farmacéutica, cosmética y Veterinaria:**

Lic. Rossana Brito de Gámez

**Coordinadora de área de gestión ambiental, calidad ambiental:**

Lic. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez

**Docente director:**

Lic. María C. Odette Rauda Acevedo

**Docente director:**

Lic. Martha Alicia Torres de Portillo

## DEDICATORIAS

### DEDICO ESTE TRABAJO DE GRADUACIÓN:

**A DIOS PADRE :** Por ser mi mejor amigo y porque gracia a él he alcanzado mi meta. A mi madre la virgen santísima porque siempre me ha acompañado en los momentos difíciles de mi carrera dándome muchas bendiciones

**A MI FAMILIA:** En especial a mi padre Abraham Cáceres y hermano Alexis Cáceres por ser mis grandes tesoros que tengo en mi vida a quien yo los quiero mucho, a pesar de todos los momentos difíciles y alegres ellos me han apoyado en toda mi carrera.

**A MI MADRE:** Gloria Delmy Castellón por su apoyo y confianza le agradezco mucho.

**A MIS PRIMAS:** Alba Guadalupe Cáceres, Yanira Cáceres, Anayenci Cáceres y en especial a mi segunda madre Adilia Araceli de Cáceres porque ellas han estado conmigo apoyándome en todo momento y le agradezco por darme su cariño y confianza durante la tesis.

**A MI COMPAÑERA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN:** Maria Victoria Rivas Castro por darme su confianza y paciencia y por todos los momentos que vivimos durante el proceso de graduación.

Karla Cáceres Castellón

**A DIOS PADRE:** Quien se merece todo el honor por haberme dado amor, amistad, fortaleza en los momentos difíciles y también por haberme dado la oportunidad de obtener mi carrera .

**A LA VIRGEN MARIA:** Por su amor, apoyo y consejos en los momentos más difíciles.

**A MIS PADRES:** Luis Alonso Rivas y María Elena Castro quienes fueron comprensivos y me brindaron su amor en toda mi carrera. A mis hermanos por darme su apoyo, Dios los bendiga.

**A MI HERMANO:** Julio Ernesto Rivas por su apoyo y su esfuerzo realizado para que cumpliera mis sueños, a él le debo no solo el título si no una amistad, comprensión , todo esto me sirvió de apoyo en los momentos difíciles. Dios lo bendiga.

**A MI COMPAÑERA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN:** Karla Cáceres Castellón por su paciencia y todos los momentos que compartimos como estudiantes y durante todo el trabajo de graduación. Que Dios la bendiga.

María Victoria Rivas Castro

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** Por darnos la oportunidad de haber alcanzado nuestra meta , a nuestra madre santísima por darnos fuerza, bendiciones, amor en nuestras vidas.

**A NUESTROS PADRES:** Por apoyarnos , comprendernos y aconsejarnos incondicionalmente le agradecemos sus sacrificios.

**A NUESTROS ASESORES:** Lic. Odette Rauda Acevedo y Lic. Martha Alicia Torres de Portillo por su amabilidad , comprensión ,amistad y tiempo que nos brindaron durante el desarrollo de nuestro trabajo de graduación .

**A NUESTROS AMIGOS:** Por su valiosa amistad a quienes recordamos a todos ellos con mucho amor.

**A LOS SEÑORES:** Lic. Mazzini, Don Ricardo , Don Víctor, y Don Pablo por su valiosa ayuda durante el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

“Vengan a mi los que se sientan cargados  
y agobiados de sus trabajos y cargas, porque  
yo los haré descansar”

San Mateo 11: 28

Karla Cáceres Castellón

Maria Victoria Rivas Castro

**INDICE**

Introducción	ix
Objetivos.	11
<b>CAPITULO I</b>	
1.0 Marco teórico	13
1.1 Generalidades	13
1.2 Estudio fitoquímico	14
1.3 Estudio antimicrobiano	14
1.4 Usos terapéuticos populares.	14
1.5 Pectina cítrica	15
1.6 Estructura y propiedades químicas	16
1.6.1 Estructura	16
1.6.2 Propiedades químicas de la pectina	17
1.7 Propiedades comerciales de la pectina	.19
1.8 Formación del gel de la pectina	20
1.9 Métodos de extracción de la pectina	.21
1.10 Usos	23
<b>CAPITULO II</b>	
2.0 Diseño metodológico	26
2.1 Investigación bibliográfica	26
2.2 Investigación de campo	26
2.2.1 Universo	26
2.2.2 Muestra	27

	8
2.2.3 Recolección de muestra	27
2.2.4 Estudio estadístico	28
2.2.5 Planteamiento de hipótesis	32
2.2.6 Recolección de muestra	32
2.3 Parte experimental	33
2.3.1 Preparación de la muestra	33
2.3.2 Métodos de análisis Físico - Químico de la pectina extraída de cáscaras de naranjas verdes y maduras según Farmacopea Mexicana	34
2.3.3 Cuantificación de pectina extraída de cáscaras de naranjas verdes y maduras variedad valencia	36
<b>CAPITULO III</b>	
3.0 Resultados	39
<b>CAPITULO IV</b>	
4.0 Discusión de resultados	56
<b>CAPITULO V</b>	
5.0 Conclusiones	60
<b>CAPITULO VI</b>	
6.0 Recomendaciones	63
Bibliografía	
Anexos	



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la falta de materia prima que afronta el país nos permite aprovechar algunos recursos naturales, los cuales pueden explotarse grandemente. Por tal motivo se llevo a cabo una investigación para la extracción de pectina a partir de la cáscara de naranja. La pectina como materia prima se utiliza ampliamente por sus propiedades espesantes y gelificantes aunque presenta altos costos en el mercado.

Actualmente en el comercio el precio de la pectina como materia prima es de \$ 40 (¢ 350) por kilogramos en el cual va aumentando cada año, lo que hace necesario su obtención a un bajo costo ya que es un producto con un precio alto para su importación.

La obtención de pectina a un bajo costo y de una calidad aceptable es importante para la producción de diferentes productos farmacéuticos, alimenticios y cosméticos. En diferente países se vienen estudiando varios métodos de obtención de pectina a bajo costo, El Salvador es un país que cuenta con cultivos de naranjas de diversa variedad por lo que se seleccionó la naranja variedad valencia ( Citrus Sinensis), por ser una de las variedades que más se cultiva y la de menor costo con respecto a otras variedades.

Actualmente la industria de jugos presentan problemas en la eliminación de desechos sólidos, con la utilización de estos residuos de naranjas se contribuirá a disminuir la contaminación en el medio ambiente, por lo que este trabajo se fundamentó en la obtención de pectina con un método de extracción de bajo costo y buen rendimiento comparando el poder de gelificación de la pectina extraída de

cáscaras de naranjas como desecho sólidos con pectina comercial como materia prima.

La cáscaras de naranjas fueron proporcionadas por una industria productora de jugos durante los meses comprendidos entre Abril – Julio del 2003, en base a la producción semanal obtienen un porcentaje de 20,000 cáscaras de naranjas de lunes a miércoles y un porcentaje de 30,000 cáscaras de naranjas el día viernes.

El método que se utilizó para la extracción de pectina fue por hidrólisis ácida y precipitación con alcohol etílico y la evaluación química se realizó aplicando los métodos de análisis de la Farmacopea Mexicana además se determinó los porcentajes de grupos metoxilicos y ácidos galacturónicos y se comprobó si los porcentajes obtenidos se encontraban dentro de los parámetros de calidad establecidos en la Farmacopea Mexicana.

Los resultados obtenidos de la pectina extraída de la cáscara de naranja se compararon con las especificaciones establecidas en la Farmacopea para la pectina como materia prima de frutos cítricos. (16)

## OBJETIVOS

### 1. OBJETIVO GENERAL

Comparar el poder de gelificación de la pectina comercial con pectina extraída de la cáscara de naranja variedad valencia .

### 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Obtener la pectina a partir de la cáscara de naranja por método de extracción con solvente reactivo.
- 2.2 Identificar la pectina obtenida a través del pH y pruebas de gelificación.
- 2.3 Cuantificar la pectina extraída de la cáscara de naranja variedad valencia según la farmacopea mexicana
- 2.4 Establecer los porcentajes de grupos metoxilos y ácidos galacturónicos.

**CAPITULO I**  
**MARCO TEORICO**

## 1.0 MARCO TEORICO

### 1.1 Generalidades de la Naranja ( 20,19)

Nombre científico: Citrus Sinensis

Nombre vernáculo: Naranja dulce

Familia: Rutáceas

Descripción olfática del jugo: Dulce, cítrico

Apariencia del jugo: Líquido amarillo

Aroma del jugo: Fresco, dulce, cítrico y vivaz

Propiedades del jugo: Es muy útil como estimulante digestivo y linfático, Sedante, se usa para el tratamiento de la obesidad y la Retención de líquidos



#### - Descripción botánica:

Arbusto espinoso, hojas pequeñas e imbricadas, flores de cáliz curciolado. Corola de 4 – 8 pétalos blancos, ovario redondeado en su base. frutos medianos, de cáscara fina, jugosa, prácticamente sin semilla.

#### - Consideraciones agronómicas: ( 20,19)

Es una variedad tardía. Se recolecta a partir de finales de marzo y sus frutos pueden permanecer durante varios meses en el árbol en buenas condiciones comerciales, aunque durante el verano son propensos al reversionamiento.

Puede cultivarse en la mayor parte de nuestras áreas productoras, aunque en las zonas más bien cálidas es donde presenta mayor interés comercial.

### **1.2 Estudio fitoquímico:** ( 20,19)

- Las hojas contienen: alcaloides, glicósidos cardiotónicos, taninos, triterpenos y esteroides insaturados , aceites esenciales.
- La corteza contienen: alcaloides, glicósidos cardiotónicos, flavonoides y antocianinas , taninos, triterpenos y esteroides insaturados , glicósidos saponínicos.
- La raíz contienen: antraquinonas , alcaloides, glicósidos cardiotónicos, flavonoides y antocianinas, taninos, triterpenos y esteroides insaturados, glicósidos saponínicos.

### **1.3 Estudio de la actividad antimicrobiana:** ( 20,19)

Los extractos acuosos y etanólicos de hojas, corteza y raíz, no inhibieron a *Staphylococcus aureus* ni a *Escherichia coli*.

### **1.4 Usos terapéuticos populares:** ( 20,19)

- Para calmar los nervios alterados
- Sudorífico en calenturas
- El aceite esencial de la naranja dulce estimula la inspiración y la intuición
- Dilata los vasos sanguíneos, favoreciendo el abastecimiento de las células con sustancias nutritivas y agua
- Produce la relajación de los músculos de las vísceras , especialmente del intestino, de la vejiga, la matriz y las trompas uterinas
- Produce un efecto antiespasmódico , es sumamente tranquilizador ya que actúa benéficamente en los casos de tensión física o mental

- Aplicado por las noches, ayuda a conciliar el sueño, que se hace más profundo y reparador
- Contra la fragilidad capilar por sus flavonoides . De los desechos, se obtuvo una sustancia con propiedades antiinflamatorias.
- Es usado además en infecciones respiratorias

**Receta folklórica:**

Se hierve 10 hojas sazonadas por taza de agua. Se toma una taza cada vez.

**1.5 PECTINA CÍTRICA:**<sup>(12)</sup>

La pectina es un producto purificado de hidrato de carbono, que se obtiene del extracto en ácido diluido del mesocarpio ( porción blanca de la corteza de los frutos cítricos ), la pectina es útil por su capacidad de formar geles o jaleas con compuestos polihidroxilados como los azúcares, donde actúan como agentes aglutinantes o de adhesión , sus células son polisacáridos altamente hidrofílicos que pueden absorber varias veces su peso en agua (16,9,2).

Las cáscaras cítricas residuales de la fabricación de concentrados y jugos cítricos son una importante materia prima para la manufactura de la pectina. Actualmente se tienen que emplear las cáscaras cítricas en lugar del bagazo de manzana principalmente porque el suministro de cáscaras es más regular. Es importante calentar las cáscaras tan pronto como sea posible después de la eliminación del aceite y del jugo, pues las enzimas causan alteraciones perjudiciales a la buena calidad de la pectina. Se inactivan las enzimas por el rápido calentamiento a 80°C. (12)

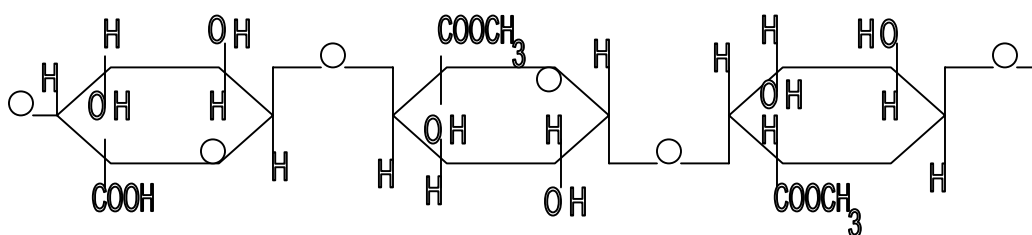
## SUSTANCIAS PECTICAS

Se encuentran en la pared celular primaria, en los intersticios entre los depósitos de celulosa y hemicelulosa. Estas sustancias pécticas también actúan como cemento intercelular entre las paredes de las células vecinas. Químicamente son polímeros del ácido D - galacturónico unido por el enlace alfa - 1,4 - glucosídico. (5,2).

### 1.6 ESTRUCTURA Y PROPIEDADES QUÍMICAS (5,3,2)

#### 1.6.1 ESTRUCTURA:

Estructuralmente la pectina son polisacáridos constituidos por cadenas largas de unidades de ácido D - galacturónico, unidas entre sí por enlaces  $\alpha$  - 1- 4, de cadenas que forman el ácido poligalacturónico ó ácido pectico, en las cuales un 50% - 60% de los grupos carboxilo están esterificados con alcohol métilico. La estructura de la pectina se ilustra con la siguiente formula:



**PECTINA**



Las sustancias pécticas se clasifican en tres grupos:

- Ácidos pectínicos ( pectinas )
- Protopectina
- Ácidos pécticos

### **ÁCIDOS PECTÍNICOS:**

Son ácidos poligalacturónicos coloide, algunos carboxilos se encuentran esterificados por el grupo metilo, que contiene por lo menos del 7 a 8 % de grupo metóxilo.( 2)

### **PROTOPECTINA:**

Son aquellos que en agua son insolubles ,e hidrolizables en medios ácidos y formadoras de la pectina es decir que se puede convertir en una pectina soluble en agua , cuando el tejido vegetal se calienta a fuego lento ó agua hirviendo. ( 5)

### **ÁCIDOS PÉCTICOS:**

Es el ácido poligalacturónico que no contiene grupos carboxílicos esterificados. Los ácidos pécticos forman sales, depositándose en el tejido de la planta como pectatos de calcio o magnesio. ( 5,2)

## **1.6.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA PECTINA (2)**

Por sus grupos carboxílicos libres, las pectinas y los ácidos pécticos pueden formar sales y ser directamente valorados por titulación volumétrica ácido – base. La propiedad más importante de la pectina es su capacidad para formar geles con ácidos y azúcares.

Las variaciones en cuanto al grado de metilación son causadas principalmente por factores como:

- 1) Diferentes contenidos de grupos metóxilo de las sustancias pécticas en su estado natural .
- 2) El grado de metilación que ocurre durante la extracción y purificación de la pectina.
- 3) Dilución de las sustancias pécticas por materiales adjuntos como arabinosa y galactosa .

En cuanto la preparación de las pectinas se puede obtener dos tipos de pectinas, dependiendo del grado de esterificación tenemos:

- 1) Pectina de elevado éster que contiene de 7% a 12 % de grupos metóxilo.
- 2) Pectina de bajo éster que contiene de 2.5% a 4.5 % de grupos metóxilo.

La determinación del grado de metóxilo se basa en el análisis cuantitativo del álcali que se requiere para la saponificación de un éster. La pectina rinde no menos de 6.7% de grupos metoxílicos (  $-OCH_3$  ) y no menos de 74% de ácido galacturónico ( $C_6H_{10}O_7$ ). El máximo porcentaje de grupos metoxílicos es de 14% que corresponde a la pectina de bajo metoxílicos, también llamadas pectinas de baja esterificación , el pH de la pectina varía de 2.5 – 3.4 como función del grado de esterificación.

Las soluciones de los ácidos pécticos y péctinicos se degradan con el tiempo, transformación que se acelera por el calor, en las investigaciones de la pectina se usan las mediciones de la viscosidad , las pectinas de elevado éster ( 7% – 12% de

metoxilo , o más de 50% de los carboxilo esterificados ) tienen su viscosidad máxima alrededor del pH 6.0, mientras que la viscosidad de los ácidos péctnicos de bajo éster ( 2.5% – 4.5% ) se acrecienta con el descenso del pH, las soluciones se convierten en geles por debajo del pH 2 ( 14, 12,11 ).

### **1.7 PROPIEDADES COMERCIALES DE LA PECTINA**

La pectina purificada y seca es un sólido blanco o ligeramente coloreado, soluble en agua caliente hasta 2 – 3%, en el agua, la pectina en polvo forma grumos, viscosos por fuera y secos por dentro. Por esa razón los fabricantes de pectinas, con el objeto de obtener productos del grado deseado, determinan los grados de los distintos lotes de pectina y luego hacen mezclas adicionándoles azúcar como diluyente. Lo que hace el azúcar es evitar que la pectina forme grumos con los líquidos, dificultad que surge frecuentemente al usar la pectinas en polvos.

En el comercio existe una propiedad que se utiliza para su normalización y se denomina “ grado de jalea”, esto es, las partes en peso de azúcar que una parte de peso de pectina convertirá en jalea de propiedades satisfactorias operando en condiciones normales. Los grados usuales son 100, 150, y 200, la pectina vendida en forma de concentrado ( pectina líquida ) está generalmente normalizada al grado 5.

( 12, 10,2)

### 1.8 FORMACIÓN DEL GEL DE LA PECTINA <sup>(11)</sup>

El poder de gelificación y la viscosidad de sus soluciones, depende del número de unidades del ácido galacturónico de la molécula. Estas moléculas de pectina son hidrofílicas, debido a que presentan un gran número de grupo polares. Estas moléculas cuando están en contacto con el agua se dispersan para formar soluciones coloidales, estabilizadas por las cargas negativas que resulta de la ionización de los grupos carboxilo.

Cuando se forma un gel, la solución viscosa de pectina, se forma un sólido elástico. Las moléculas de pectinas de la solución se unen en ciertas forma para dar lugar a una red tridimensional (gel) en los espacios capilares de los cuales, el líquido ha sido inmovilizado; aunque se necesitan moléculas de pectina, para darle estructura a un gel, por sí solas son incapaces de movilizar el líquido en esta forma. El ácido es indispensable para proporcionar iones hidrógenos. Estos en teoría neutralizan las cargas lo suficiente para que las moléculas de pectina dispersas, ya no se repelen unas con otras. Antes de que se pueda formar entrecruzamientos entre las moléculas adyacentes de pectinas, debe presentarse una suficiente concentración del ácido, el azúcar efectúa la gelificación disminuyendo la actividad del agua. Una pectina con el 100% de los grupos carboxilos metilados, se puede formar un gel ya sea con azúcar o con ácido, se considera importante el arreglo estérico de las moléculas en los puntos de unión <sup>(11)</sup>.

## 1.9 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE LA PECTINA (6,2)

En cuanto a la extracción de la pectina no se cuenta con un procedimiento específico para obtener pectina a partir de la cáscara de naranja. Existen diferentes métodos entre ellos tenemos:

– **Precipitación con Alcohol Isopropílico o Etilico:** Ambos tipos de alcohol presentan la propiedad de precipitar la pectina directamente de la fuente vegetal. La precipitación de la pectina con alcohol va a depender de la presencia de electrolitos, peso molecular y del grado de esterificación de la pectina. Cuando se utiliza ácido clorhídrico, cloruro de sodio y cloruro de calcio la pectina precipita completamente aún en soluciones diluidas.

### **Ventajas del ácido clorhídrico: (2)**

– Es un buen neutralizante y electrolito

– Facilita la floculación

– Hidroliza fácilmente los azúcares como arabinosa, galactosa y xilosa que acompañan a la pectina

– **Precipitación con Acetona:** Cuando se utiliza acetona en presencia de pectina esta tiende a precipitar. Este método no es recomendado utilizarlo porque precipita otras materias no pécticas; aunque el grupo que se forma con acetona es más firme.

– **Precipitación con Sales Metálicas:** Este método da una buena separación de pectina de los polisacáridos no urónicos, el tipo de grado de segregación son

diferente a los obtenidos con los solventes orgánicos . Pero presenta la desventaja en cuanto al uso de sales metálica en su posterior removimiento del extracto de pectina, ya que la presencia de trazas de cobre o aluminio puede tener un efecto indeseable cuando son utilizados en los producto alimenticios (2).

– **Precipitación como Pectato de Calcio:** En este método se forma el pectato de calcio que luego es regenerado con un ácido inorgánico. Una vez obtenido la solución de pectina acidulada se ajusta a un pH alrededor de 4 , luego se le adiciona hidróxido de calcio poco a poco hasta clarificar la muestra, formándose un precipitado en el fondo del recipiente, en el cual por decantación se separa. El residuo que ha quedado se filtra y se lava con etanol acidulado hasta liberar el calcio presente, luego se da otro lavado con etanol , se prensa y se seca.

**Ventajas del método de precipitación con alcohol etílico: (6)**

- Puede recuperarse el solvente por medio de destilación y utilizarse de nuevo durante el proceso
- Este método de extracción no es complicado .
- Buen rendimiento
- Bajo costo
- La bibliografía reporta este método como el más adecuado para la extracción de pectina cítrica .

**1.10 USOS:** (6,2,1)

La pectina es de suma importancia porque es usada principalmente por las industrias de alimentos e industrias farmacéuticas .

**INDUSTRIA FARMACEUTICA:**

- En los preparados laxante
- En la preparación de una gran variedad de cosméticos
- En la fabricación de suspensiones

**INDUSTRIA ALIMENTARÍA**

- En la fabricación de jaleas y conservas de frutas
- En la preparación de encurtidos
- Fabricación de vinos
- Como espesante de la mayonesa
- En la precipitación de la caseína de la leche para darle textura blanda a los quesos
- Como estabilizador de sorbetes
- Como emulsivo en muchos preparados
- En las frutas congeladas para evitar el escape líquido después de la descongelación
- En la industria cervecera

**USOS CLINICOS** (12,2)

- Aglutinante de la sangre
- En el tratamiento de hemorragias intestinales
- Tratamientos de heridas, como agente hemostáticos y sustitutivo del plasma sanguíneo
- Como sustitutivo del agar en medio de cultivos
- Eficaz antídoto en las intoxicaciones con metales pesados y se usa en la Formación de complejos que retrasan la acción de la Insulina, Penicilinas Epinefrina, Estreptomicina





**CAPITULO II**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## 2.0. DISEÑO METODOLÓGICO

Se desarrolló en tres etapas:

- 2.1) Investigación bibliográfica
- 2.2) Investigación de campo
- 2.3) Parte experimental

### 2.1 Investigación Bibliográfica:

La investigación realizó en las Bibliotecas de la Facultad de Química Y Farmacia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Química e Ingeniería Química y Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador (UES), Universidad Nueva San Salvador ( UNSSA ), Universidad Alberto Masferrer ( USAM ), Universidad Centroamérica José Simeón Cañas ( UCA ), Universidad Politécnica de El Salvador ( UPES ), Biblioteca del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Ministerio de Agricultura y Ganadería ( CENTA ), Escuela Nacional de Agricultura Alberto Quiñónez ( ENA ) realizándose en el mismo tiempo consultas en Internet.

### 2.2 Investigación de Campo:

#### 2.2.1 Universo:

La investigación se realizó en una industria productora de jugo de naranja situado en el área Metropolitana de San salvador en el cual se obtiene un porcentaje de 20,000 cáscaras de naranjas de lunes a miércoles y un porcentaje de 30,000 cáscaras de naranjas el día viernes siendo un total de 50,000 cáscaras de naranjas según producción semanal.

### 2.2.2 Muestra:

La muestra tomada fue de cincuenta cáscaras de naranjas variedad valencia en base a la producción de la industria de jugos, en el cual se realizó un muestreo aleatorio simple.(4)

La determinación del número de muestra se realizó de la siguiente manera:

Según la producción de la industria de jugos de naranjas su porcentaje promedio de desechos sólidos es de 250000 cáscaras de naranjas.

$$n = P \sqrt{N}$$

En donde

N = Universo

n = Número de muestra

P = Probabilidad

N = 25000

P = 0.3

$$n = 0.3 \sqrt{25000}$$

$$= 47.43 \approx 50 \text{ cáscaras de naranjas}$$

### 2.2.3 Recolección de muestra:

La recolección de las cáscaras de naranjas se realizó durante los meses de Abril – Julio del 2003, seleccionando la variedad valencia obtenida de una industria productora de jugos, ya que presenta buena adaptabilidad a las condiciones climáticas del país y son cultivadas en esta época, esta variedad fue proporcionada

como desecho sólido por una industria productora de jugo de naranja tomando como muestra 50 cáscaras de naranjas ( 25 maduras y 25 verdes ) de la variedad valencia, se utilizó las cáscaras de naranjas verdes y maduras ya que la industria nos proporcionó los dos tipos de cáscaras de naranjas y de esta manera se comprobó que las cáscaras verdes de naranjas presenta mayor rendimiento de pectina.

#### 2.2.4 Estudio estadístico

El tipo de estudio estadístico que se empleo en el trabajo fue: PRUEBA DE MEDIAS DE DOS MUESTRAS debido a:

- Nos permite decir si dos muestras son iguales
- Con este estudio se logra establecer cual de los dos tipos de pectina ( pectina obtenida y pectina cítrica materia prima ), presenta mayor poder de gelificación.

Para esta prueba de dos muestras se utiliza para decidir si las medias de dos muestras son iguales. Se requiere dos muestras independientes una de cada una de las dos muestra.

La hipótesis nula puede establecer que las dos poblaciones tienen medias iguales, la hipótesis alternativa pueda ser de algunas de las siguientes afirmaciones :

$$H_1; \mu_1 \neq \mu_2 \text{ ó } H_1; \mu_1 > \mu_2, \mu_1 < \mu_2$$

La prueba se centra en la diferencia relativa entre las medias de dos muestras una de cada muestra. El valor de t cuando  $H_0$  es verdadera, tiene una distribución t con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad.

**FORMULAS A UTILIZAR:**

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\hat{S}_{\Delta\bar{x}}} \quad (\text{ formula 1) }_4$$

Donde:

t = Variable aleatoria ó t - student

$\bar{X}_1$  = promedio de la serie 1

$\bar{X}_2$  = Promedio de la serie 2

$\hat{S}_{\Delta\bar{x}}$  = Desviación estándar de los delta

$$X_1 = \frac{\sum \bar{X}_1}{n_1} \quad X_2 = \frac{\sum \bar{X}_2}{n_1} \quad (\text{ formula 2) }_4$$

Donde:

$\bar{X}_1$  y  $\bar{X}_2$  = Promedios de las series 1 y 2

$\sum X_1$  = Sumatoria de la serie 1

$\sum X_2$  = Sumatoria se la serie 2

$n_1$  = Número de muestra 1

$n_2$  = Número de muestra 2

$$S_1^2 = \frac{\sum X_1^2}{n} - \left( \frac{\sum X_1}{n} \right)^2, \quad S_2^2 = \frac{\sum X_2^2}{n} - \left( \frac{\sum X_2}{n} \right)^2 \quad (\text{formula 3})_4$$

Donde:

$S_1^2$  = Desviación estándar de la serie 1

$S_2^2$  = Desviación estándar de la serie 2

$\sum X_1$  = Sumatoria de la serie 1

$\sum X_2$  = Sumatoria de la serie 2

$\sum X_1^2$  = Sumatoria de cada dato al cuadrado de la serie 1

$\sum X_2^2$  = Sumatoria de cada dato al cuadrado de la serie 2

$n_1$  = Número de muestra

$n_2$  = Número de muestra

$$\hat{S}_{\Delta X} = \sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad (\text{formula 4})_4$$

Donde.

$\hat{S}_{\Delta X}$  = Desviación estándar de los delta

$n_1$  = Número de muestra

$n_2$  = Número de muestra

$S_1^2$  = Desviación estándar de la serie 1

$S_2^2$  = Desviación estándar de la serie 2

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (\text{ formula 5 })_4$$

Donde

t = Variable aleatoria ó t - student

$\bar{X}_1$  = promedio de la serie 1

$\bar{X}_2$  = Promedio de la serie 2

$n_1$  = Número de muestra

$n_2$  = Número de muestra

$S_1^2$  = Desviación estándar de la serie 1

$S_2^2$  = Desviación estándar de la serie 2

$$Bs = 100 - Ps \quad , \quad BH(100) = Bs X \quad (\text{ formula 6 })_{16}$$

En donde

Bs = Base seca

Ps = Perdida por secado

BH = Base húmeda

X = Porcentajes de grupos metoxilo ó ácido galacturónico

$$P_s = p_i - p_f \quad (\text{ formula 7 } )_{16}$$

En donde:

$P_s$  = pérdida por secado

$P_i$  = peso inicial

$P_f$  = peso final

### 2.2.5 Planteamiento de hipótesis:

- Hipótesis nula ( $H_0$ )

El poder de gelificación de la pectina obtenida de la cáscara de naranja variedad valencia es igual a la pectina cítrica materia prima.

$$H_0 : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

- Hipótesis alternativa ( $H_1$ )

El poder de gelificación de la pectina obtenida de la cáscara de naranja variedad valencia es diferente a la pectina cítrica materia prima.

$$H_1 : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### 2.2.6 Recolección de muestra :

La recolección de las cáscaras de naranjas se realizó durante los meses de Abril – Julio del 2003, seleccionando la variedad valencia obtenida de una industria productora de jugos, ya que presenta una buena adaptabilidad a las condiciones climáticas del país y son cultivadas en esta época, esta variedad fue proporcionada como desecho sólido por una industria productora de jugos de naranja tomando como muestra cincuenta cáscaras de naranja (veinticinco maduras y veinticinco verdes) de la variedad valencia se utilizó las cáscaras verdes y maduras ya que la



industria nos proporcionó los dos tipos de cáscaras de naranja y de esta manera se comprobó que las cáscaras verdes presentó mayor rendimiento de pectina.

### **2.3 Parte experimental:**

- Materiales, cristalería, equipo, reactivos, solventes, materia prima ( ver anexo N°3).

- Extracción con solvente reactivo (9, 8,7,6)

#### 2.3.1 Preparación de la muestra:

a) Pelar la corteza de la naranjas y reducir el tamaño, lavarlas con abundante agua hasta que este libres de sólidos y color.

b) Depositar la muestra en un recipiente y adicionar agua en una proporción de 6:1.

c) Proceder a inactivar enzimas a 80°C durante 15 min., con este procedimiento se impide la acción de la pectinesterasa y la poligalacturonasa .

d) Filtrar las cáscaras para eliminar el exceso de agua.

e) Realizar varios lavados a la fase sólida hasta que no se detecte sólidos solubles.

f) Prensar manualmente y someterlo a un proceso de secado a 60°C hasta peso constante.

g) Pesar 25g de muestra seca y agregar 3 litros de agua acidulada con ácido clorhídrico a un pH de 2.0 calentar a 90°C durante una hora.

h) Enfriar a temperatura ambiente.

l) Filtrar y exprimir manualmente el residuo sólido.

j) Medir el volumen obtenido y agregar alcohol etílico al 80% en una proporción 2:1 del extracto pectínico obtenido y dejar reposar por una hora, obteniéndose un precipitado voluminoso amarillento.

- k) Filtrar el precipitado en un tamiz ( manta ).
- l) Lavar el precipitado ya filtrado dos veces con 25 mL de alcohol etílico al 95%.
- m) Secar el precipitado a 60° C por dos horas y reducir de tamaño el residuo sólido en un mortero y posteriormente tamizar.

### **2.3.2 Métodos de análisis Físico – Químico de pectina extraída de cáscaras de naranjas verdes y maduras según la Farmacopea Mexicana (16):**

- Descripción:

Polvo grueso de color blanco amarillento; casi inodoro y con sabor mucilaginoso.

- Solubilidad:

Casi completamente soluble en veinte partes de agua a 25°C formando una solución coloidal, viscosa ,opalescente , es insoluble en alcohol o en alcohol diluido y en otros disolventes orgánicos.

- Ensayos de identificación:

- Pruebas de gelificación de cáscaras verdes y maduras:

A) Calentar en baño maría 1g de pectina en 9 mL de agua hasta que se obtenga una solución , reponer el agua perdida durante la evaporación se forma un gel duro al enfriar.

B) A una solución 1 en 100 de la muestra de pectina, agregar un volumen igual de alcohol. Se forma un precipitado gelatinoso traslúcido ( identificación de la mayoría de las gomas ).

C) A 5 mL de solución 1 en 100 de la muestra de pectina, agregar 1.0 mL de la solución de hidróxido de sodio 2N y dejar en reposo a temperatura ambiente durante 15 minutos. Se forma un gel o semi-gel ( identificación del tragacanto).

D) Acidificar el gel obtenido en la prueba C, con solución de ácido clorhídrico 3N y agitar bien. Se forma un precipitado gelatinoso voluminoso, incoloro, el cual por ebullición se vuelve blanco y floculento ( ácido pectico ).

- Perdida por Secado:

Secar a 105°C durante 2 horas, pierde no más del 10% de su peso.

- pH:

Calibrar el pHmetro con una solución buffer pH 7.0, luego calibrar con una solución buffer pH 4.0, colocar la muestra en una solución al 10% de pectina con agua libre de CO<sub>2</sub>, leer el valor del pH con pHmetro.

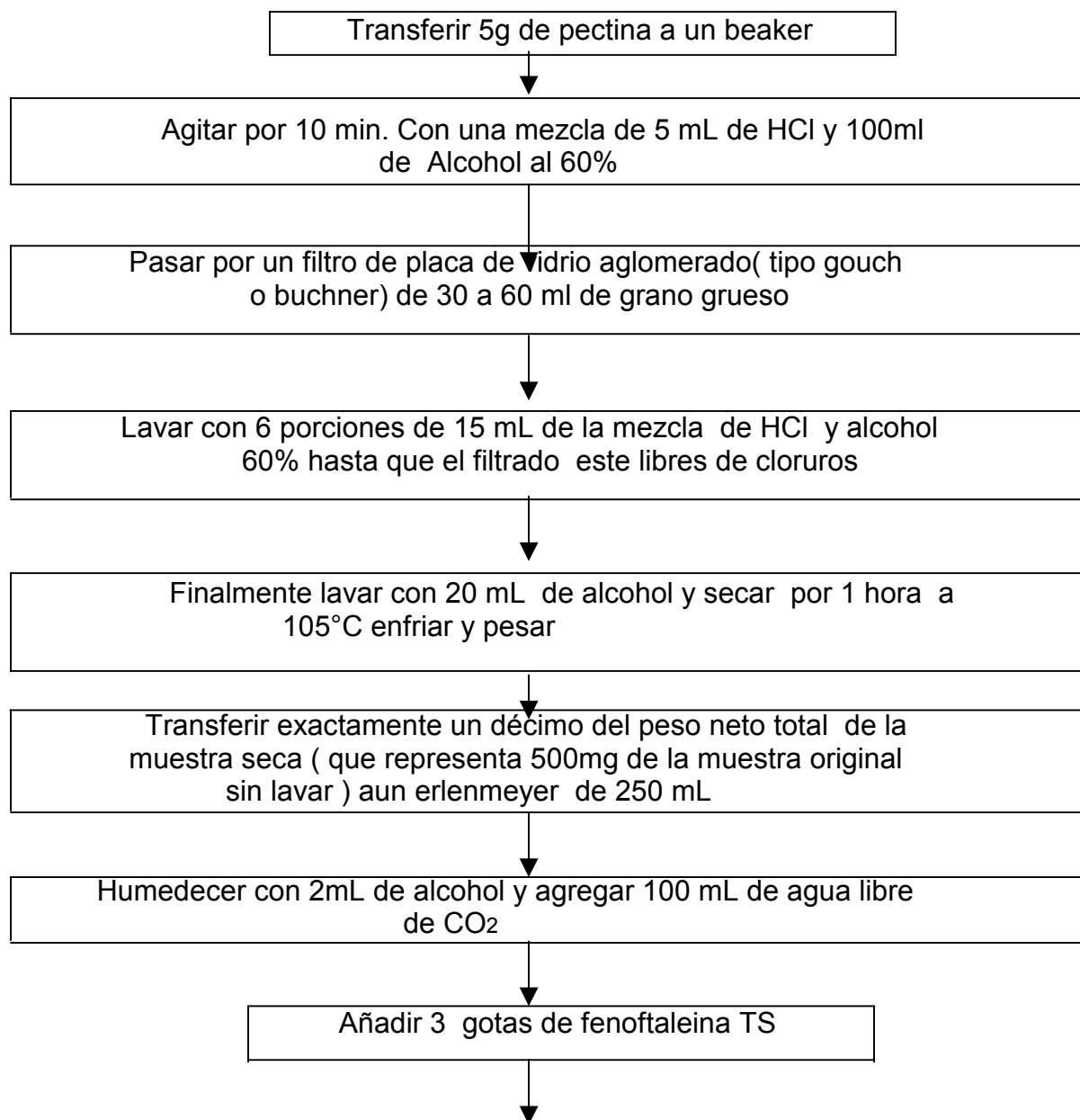
- Almidón:

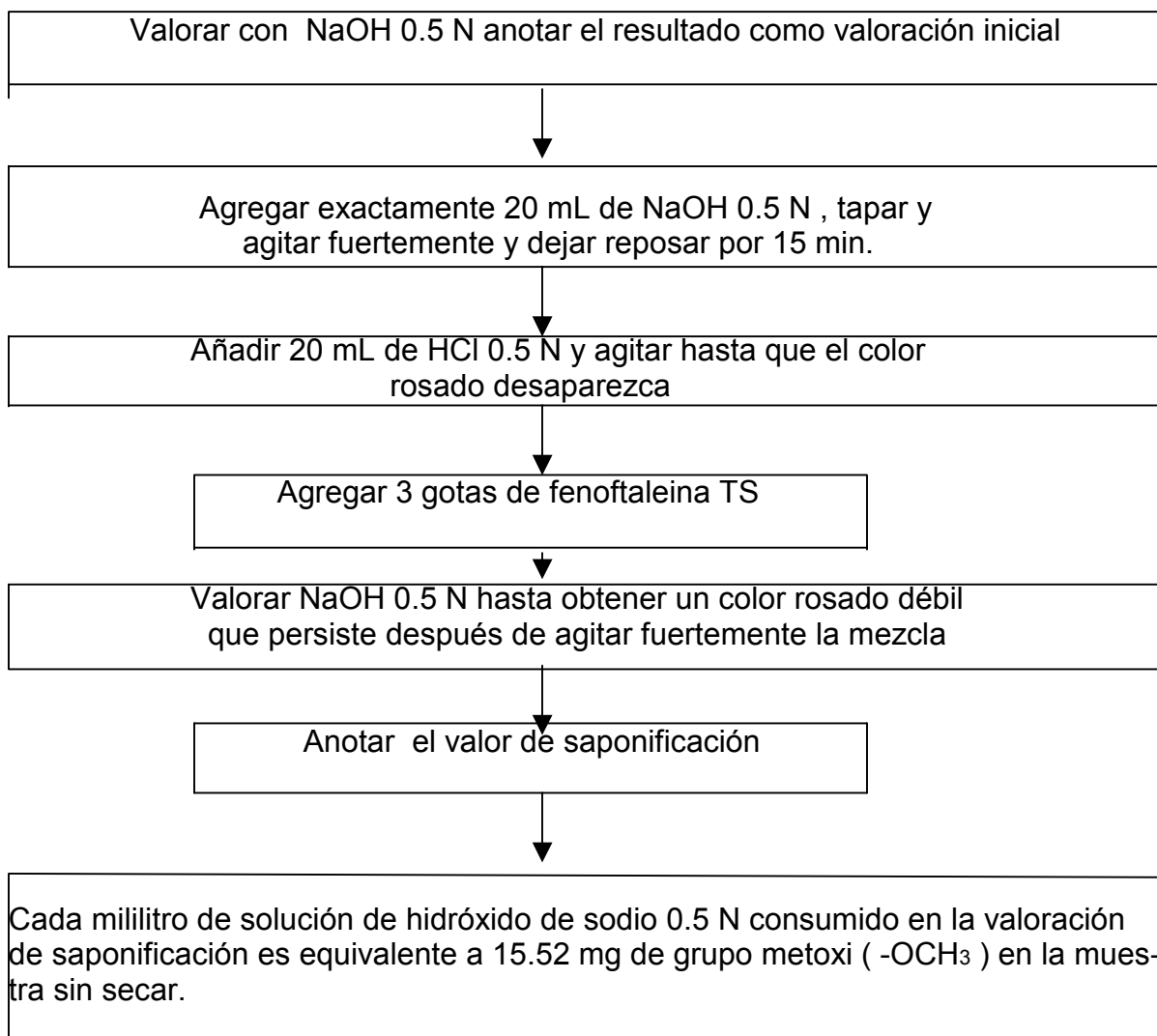
Hervir una porción de solución al 1% de pectina, enfriar y agregar algunas gotas de SR de yodo. No se produce una coloración azul pasajera.

### 2.3.3 Cuantificación de pectina extraída de cáscaras de naranjas verdes y maduras variedad valencia ( 16 ):

La cuantificación se realizó por una valoración volumétrica ácido - base para grupos metoxilicos y ácidos galacturónicos.

#### *Valoración de los grupos Metoxílicos*





#### Valoración del Ácido Galacturónico ( 16 )

Cada mL de solución de hidróxido de sodio 0.5 N consumido en la valoración total (valoración inicial más valoración de saponificación), determinados en valoración de grupos metoxilicos, es equivalente a 97.07 mg del ácido galacturónico ( C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub> ).

**CAPITULO III**  
**RESULTADOS**

### 3.0. RESULTADOS

Los pesos de pectina que se obtuvieron de la extracción de cáscaras de naranjas verdes y maduras por método de extracción con solvente reactivo son los siguientes:

**TABLA N°1 PESOS OBTENIDOS DE PECTINA EXTRAIDA DE CÁSCARAS DE NARANJA VERDES Y MADURAS**

CASCARAS	P <sub>1</sub> *	P <sub>2</sub> *	P <sub>3</sub> *	P <sub>4</sub> *	P <sub>5</sub> *	P <sub>6</sub> *	P <sub>7</sub> *
VERDES	1.40 g	1.50 g	1.45 g	1.52 g	1.52 g	1.20 g	1.31 g
MADURAS	1.29 g	1.25 g	1.20 g	0.81 g	1.30 g	1.30 g	1.29 g

\* Pesos de pectina

$$\% \text{ de rendimiento: } \frac{\text{Peso de la pectina}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

$$\% \text{ de rendimiento: } \frac{1.40}{25.0} \times 100 = 5.6\%$$

**TABLA N°2 RESULTADOS DE LOS PORCENTAJES DE RENDIMIENTO DE LA PECTINA OBTENIDA A PARTIR DE LAS CASCARAS DE NARANJAS VERDES Y MADURAS**

CASCARAS	%R1*	%R2*	%R3*	%R4*	%R5*	%R6*	%R7*
VERDES	5.60%	6.00%	5.80%	6.08%	6.08%	4.80%	5.24%
MADURAS	5.16%	5.00%	4.80%	3.24%	5.20%	5.20%	5.16%

%R\* = Porcentaje de rendimiento

A la pectina obtenida se le realizó los análisis de prueba de gelificación , perdida por secado, pH, Almidón según la Farmacopea Mexicana

**TABLA N° 3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE GELIFICACION DE LA PECTINA OBTENIDA Y PECTINA MATERIA PRIMA**

PECTINA	PRUEBAS DE GELIFICACIÓN			
	A	B	C	D
MATERIA PRIMA	gel duro	precipitado gelatinoso translúcido	semigel	precipitado gelatinosos blanco
CASCARAS DE NARANJAS VERDES	gel duro	precipitado gelatinoso translúcido	semigel	precipitado gelatinosos blanco
CASCARAS DE NARANJAS MADURAS	gel duro	precipitado gelatinoso translúcido	semigel	precipitado gelatinoso blanco



La pérdida por secado se tomó en base a la Farmacopea Mexicana en la cual especifica que pierde no más del 10% de su peso (16)

**TABLA N° 4 PESOS FINALES OBTENIDOS EN LA PERDIDA POR SECADO**

PECTINA	MATERIA PRIMA	CASCARAS DE NARANJAS VERDES	CASCARAS DE NARANJAS MADURAS
PESO FINAL	0.920 g	0.911 g	0.910 g

De estos datos se obtienen:

$$Ps = pi - pf$$

De donde :

Ps = Perdida por secado

Pi = Peso inicial

Pf = Peso final

Sustituyendo en la formula 7 (pag 32)

$$Ps = (1 - 0.920)g$$

$$= 0.08g$$

$$\%ps = \frac{ps}{pi} \times 100$$

$$\%ps = \frac{0.08g}{1.00g} \times 100$$

$$\%ps = 8.00\%$$

**TABLA N°5 RESULTADOS DE pH, PERDIDA POR SECADO, ALMIDON EN PECTINA SEGÚN LA FARMACOPEA MEXICANA**

PECTINA	PERDIDA POR SECADO	pH	ALMIDON
MATERIA PRIMA	8.0%	2.25	NEGATIVO
CASCARAS DE NARANJAS VERDES	8.9%	2.17	NEGATIVO
CASCARAS DE NARANJAS MADURAS	9.0%	2.29	NEGATIVO

**TABLA N°6 RESULTADOS DE LOS VOLÚMENES OBTENIDOS EN LA VALORACIÓN DE PECTINA OBTENIDA Y PECTINA MATERIA PRIMA**

PECTINA	VOLUMEN INICIAL	VOLUMEN DE SAPONIFICACIÓN	VOLUMEN TOTAL
MATERIA PRIMA	1.50 mL	2.40 mL	3.90 mL
	1.50 mL	2.40 mL	3.90 mL
	1.50 mL	2.30 mL	3.80 mL
CASCARAS DE NARANJAS VERDES	1.48 mL	2.00 mL	3.48 mL
	1.49 mL	2.00 mL	3.49 mL
	1.49 mL	2.00 mL	3.49 mL
CASCARAS DE NARANJAS MADURAS	1.57 mL	1.90 mL	3.47 mL
	1.57 mL	1.90 mL	3.47 mL
	1.46 mL	2.00 mL	3.46 mL

La determinación de los porcentajes de grupos metoxilicos y ácidos galacturónicos para la pectina obtenida de las cáscaras de naranjas verdes y maduras se tomó en base a la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicano en el cual especifica que para grupos metoxi es no menos del 6.7% y según lo que

establece la norma sanitaria es 7% como mínimo y para ácido galacturónico especifica la Farmacopea no menos del 74% y según norma sanitaria como mínimo 78% los porcentajes obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA N° 7 PORCENTAJES DE GRUPOS METOXILO Y ÁCIDO GALACTURÓNICO**

PECTINA	PORCENTAJES DE GRUPOS METOXI (-OCH <sub>3</sub> )	PORCENTAJES DE ACIDO GALACTURONICO (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub> )
MATERIA PRIMA	7.98%	81.58%
CASCARAS DE NARANJAS VERDES	6.82%	74.30%
CASCARAS DE NARANJAS MADURAS	6.60%	73.95%

- Cálculos para encontrar el porcentajes de grupos metoxilicos

$$\begin{array}{r}
 1\text{mL de NaOH } 0.5 \text{ N} \quad \text{—————} \quad 15.52 \text{ mg de OCH}_3 \\
 2.0\text{mL}^* \quad \text{—————} \quad X \\
 x = 31.04 \text{ mg de OCH}_3 / \text{ peso muestra}
 \end{array}$$

$$500 \text{ mg} \equiv 0.5 \text{ g de pectina sin secar} \quad \text{—————} \quad 31.04 \text{ mg de OCH}_3$$

$$100 \text{ g de pectina sin secar} \quad \text{—————} \quad X$$

$$X = 6208 \text{ mg de OCH}_3 \approx 6.208 \text{ g de OCH}_3$$

\* (volumen de saponificación )

$$Bs = 100 - Ps$$

De donde:

Bs = Base seca

100 = Constante

Ps = Perdida por secado

Sustituyendo en la formula 6 ( pag. 31)

$$Bs = (100 - 8.9^*) g$$

$$Bs = 91.10 g$$

$$BH ( 100 g ) = BsX$$

De donde:

BH = Base humeda

100 = Constante

Bs = Base seca

X = Porcentaje de grupo metoxilo

Sustituyendo en la formula 6 ( pag. 31)

$$(6.208 g) ( 100 g ) = 91.1 g X$$

$$6.82 g \equiv 6.82\% \text{ de grupos metoxilos}$$

- Cálculos para encontrar porcentajes de grupos galacturónicos:

$$V_{total} = V_{inicial} + V_{saponificación}$$

$$= 1.48\text{mL} + 2.0\text{mL}$$

$$= 3.48 \text{ mL}$$

\* ( resultado de perdida por secado de pectina extraída de cáscaras de naranjas verdes ver tabla N°4

1 mL de NaOH 0.5 N \_\_\_\_\_ 97.07 mg de  $C_6H_{10}O_7$

3.48 mL \_\_\_\_\_ X

X = 337.80 mg de  $C_6H_{10}O_7$  / peso muestra

500 mg  $\equiv$  0.5 g de pectina sin secar \_\_\_\_\_ 337.80 mg de  $C_6H_{10}O_7$

100 g de pectina sin secar \_\_\_\_\_ X

X = 67560.72 mg de  $C_6H_{10}O_7 \approx 67.56$  g de  $C_6H_{10}O_7$

Sustituyendo en la formula 6 ( pag. 31)

$$B_s = 100 - P_s$$

$$B_s = (100 - 8.9^*) \text{ g}$$

$$B_s = 91.10 \text{ g}$$

$$B_H ( 100 \text{ g} ) = B_s X$$

$$(67.56 \text{ g} ) ( 100 \text{ g} ) = 91.10 \text{ g} X$$

$$74.16 \text{ g} \equiv 74.16\% \text{ de } C_6H_{10}O_7$$

\* ( resultado de perdida por secado de pectina extraída de cáscaras de naranjas verdes ver tabla N°4)

A partir de los resultados obtenidos de los porcentajes de ácido galacturónicos en base seca, se trabajó con prueba de medias de dos muestras en un muestreo pequeño el cual nos permite establecer si existe diferencia significativa entre el poder de gelificación de la pectina obtenida con pectina cítrica comercial.

**TABLA N°8 PORCENTAJES DE ÁCIDO GALACTURÓNICOS DE LA PECTINA OBTENIDA DE LAS CASCARAS DE NARANJAS VERDES Y PECTINA CÍTRICA COMERCIAL**

NÚMERO DE MUESTRA	% DE ACIDO GALACTURÓNICO DE PECTINA MATERIA PRIMA		% DE ACIDO GALACTURÓNICO DE PECTINA EXTRAIDA DE CÁSCARAS DE NARANJAS VERDES	
	%X <sub>1</sub>	%X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	%X <sub>2</sub>	%X <sub>2</sub> <sup>2</sup>
1	82.29	6771.64	74.16	5499.71
2	82.29	6771.64	74.37	5530.89
3	80.18	6428.88	74.37	5530.89
Σ	244.76	19972.11	222.90	16561.49

De estos datos se obtienen

$$\sum X_1 = 244.76 \quad ; \quad \text{donde } n = 3$$

Sustituyendo en la formula 2 ( pag. 29)

$$X_1 = \frac{\sum \bar{X}_1}{n_1} = \frac{244.76}{3} = 81.59$$

De estos datos se obtienen:

$$\sum X_1^2 = 19972.11 \quad ; \quad n = 3 \quad ,$$

$$\sum X_1 = 244.76$$

Sustituyendo en la formula 3 ( pag. 30 )

$$S_1^2 = \frac{\sum X_1^2}{n} - \left( \frac{\sum X_1}{n} \right)^2$$

$$S_1^2 = \frac{19972.11}{3} - \left( \frac{244.76}{3} \right)^2$$

$$S_1^2 = 0.99$$

Sustituyendo en las formulas N° 2, 3 los porcentajes de ácido galacturónico para pectina extraída de cáscaras de naranja verdes.

De estos datos se obtienen:

$$\sum X_2 = 222.9 \quad ; \quad n = 3$$

$$\sum X_2^2 = 16561.49$$

Sustituyendo en la formula 2 ( pag 29)

$$X_2 = \frac{\sum \bar{X}_2}{n_2} = \frac{222.9}{3} = 76.63$$

Sustituyendo en la formula 3 ( pag 30)

$$S_2^2 = \frac{\sum X_2^2}{n_2} - \left( \frac{\sum X_2}{n_2} \right)^2 = \frac{16561.49}{3} - \left( \frac{222.9}{3} \right)^2 = 0.0066$$

Determinación de la variable aleatoria t - student de estos datos se obtienen:

$$\bar{X}_1 = 81.59$$

$$\bar{X}_2 = 76.63$$

$$n_1 \text{ y } n_2 = 3$$

$$S_1^2 = 0.99$$

$$S_2^2 = 0.0066$$

Sustituyendo en la formula N° 5 ( pag. 31)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t = \frac{81.59 - 76.63}{\sqrt{\frac{3(0.99) + 3(0.0066)}{3+3-2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}}}$$

$$t = 9.74$$



**TABLA N°9 PORCENTAJES DE ÁCIDO GALACTURONICO- DE PECTINA OBTE-  
NIDA DE CASCARAS DE NARANJAS MADURAS Y PECTINA  
CITRICA COMERCIAL**

NÚMERO DE MUESTRA	% DE ACIDO GALACTURÓNICO DE PECTINA MATERIA PRIMA		% DE ACIDO GALACTURONICO DE PECTINA EXTRAIDA DE CASCARAS DE NARANJAS MADURAS	
	X <sub>1</sub> (%)	X <sub>1</sub> <sup>2</sup> (%)	X <sub>2</sub> (%)	X <sub>2</sub> <sup>2</sup> (%)
1	82.29	6771.64	74.03	5480.44
2	82.29	6771.64	74.03	5480.44
3	80.18	6428.88	74.82	5449.39
∑ =	244.76	19972.11	221.88	16410.27

Los porcentajes de ácido galacturónico para pectina cítrica materia prima ( ver cálculos en la pag. 46) y para pectina extraída de las cáscaras de naranja madura tenemos:

De estos datos se obtienen:

$$\sum X_2 = 221.88$$

$$n = 3$$

$$\sum X_2^2 = 16410.27$$

$$\sum X_2 = 221.88$$

Sustituyendo en la formula 2 ( pag.29 )

$$\begin{aligned} \bar{X}_2 &= \frac{\sum X_2}{n} \\ &= \frac{221.88}{3} \\ &= 73.96 \end{aligned}$$

Sustituyendo en la formula 3 ( pag.30)

$$S_2^2 = \frac{\sum X_2^2}{n} - \left( \frac{\sum X_2}{n} \right)^2$$

$$S_2^2 = \frac{16410.27}{3} - \left( \frac{221.88}{3} \right)^2$$

$$S_2^2 = 0.0084$$

Determinación de la variable aleatoria t – student sustituyendo en la formula N° 5

( pag.31), de estos datos se obtienen:

$$\bar{X}_1 = 81.59$$

$$\bar{X}_2 = 73.96$$

$$n_1 \text{ y } n_2 = 3$$

$$S_1^2 = 0.99$$

$$S_2^2 = 0.0084$$

Sustituyendo:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t = \frac{81.59 - 73.96}{\sqrt{\frac{3(0.99) + 3(0.0084)}{3 + 3 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}}}$$

$$t = 10.81$$

Si se requiere determinar si hay diferencia en el poder de gelificación de la pectina obtenida de cáscaras de naranjas verdes y maduras con la pectina cítrica materia prima para lo cual se tiene una prueba de dos colas en donde la hipótesis nula y alternativa se puede expresar de la siguiente forma:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2$$

Como se han hecho tres valoraciones para cada una de las pectinas analizadas si se selecciona un nivel de significación de 0.05 la regla de decisión se puede expresar en la forma siguiente:

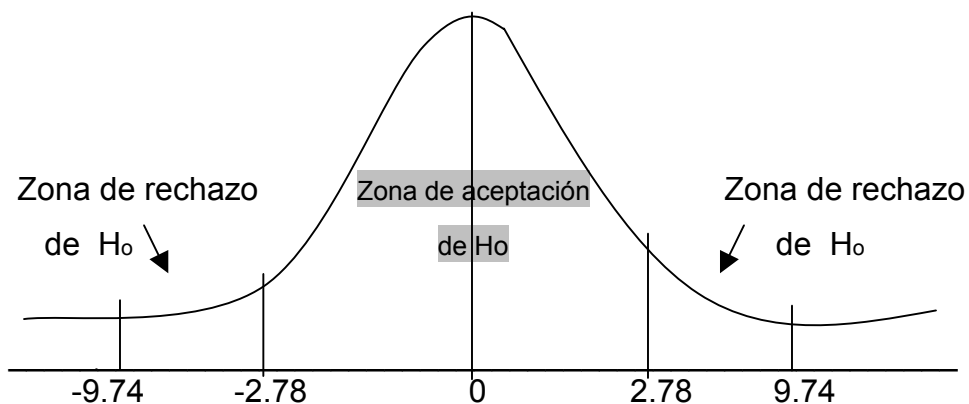
Rechazar  $H_0$  si  $t_4 > +2.78$

ó  $t_4 < -2.78$

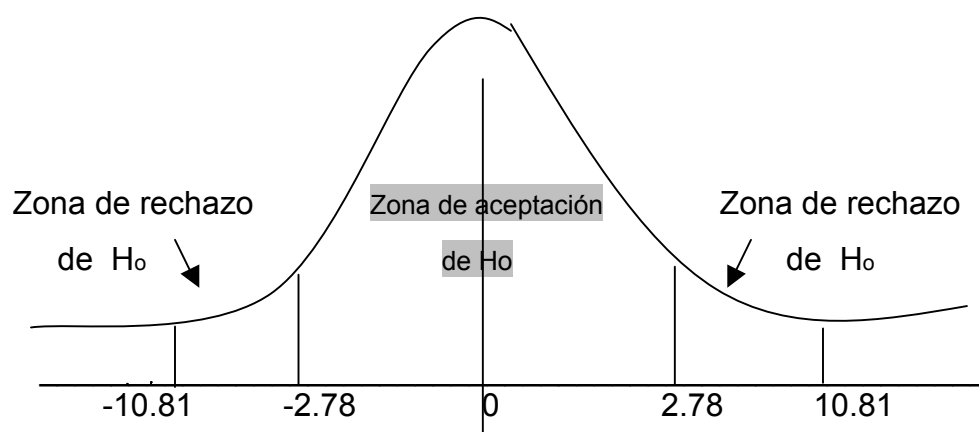
De lo contrario se rechaza  $H_0$

Por consiguiente se tiene que  $t_4 = 9.74$  para pectina extraída de cáscaras de naranja verde y  $t_4 = 10.81$  para pectina extraída de cáscaras de naranja maduras por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Al rechazar la hipótesis nula, se concluye que el poder de gelificación de pectina obtenida de cáscaras de naranjas verdes y maduras es menor a la pectina cítrica materia prima.



**GRAFICA N° 1 PRUEBA DE DOS COLAS CON UN NIVEL DE SIGNIFICACIÓN DE 0.05 CON CUATRO GRADOS DE LIBERTAD PARA PECTINA EXTRAIDA DE CASCARAS VERDE**

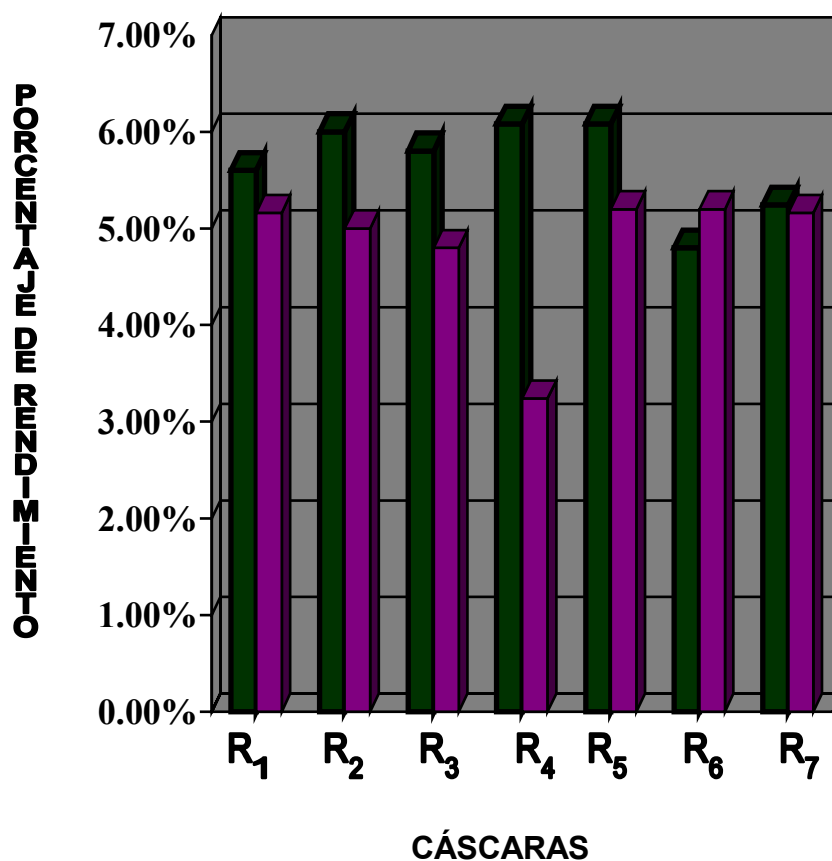


**GRAFICA N° 2 PRUEBA DE DOS COLAS CON UN NIVEL DE SIGNIFICACIÓN DE 0.05 CON CUATRO GRADOS DE LIBERTAD PARA PECTINA EXTRAIDA DE CASCARAS DE NARANJAS MADURAS**

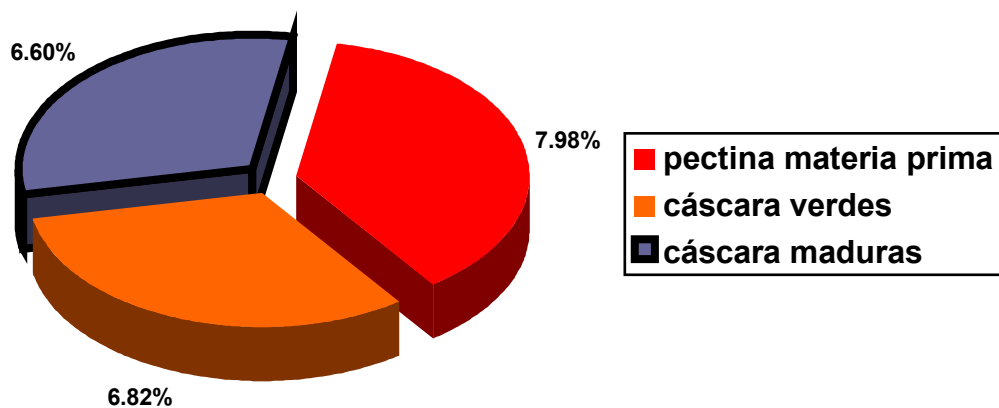
**TABLA N° 2 PORCENTAJES DE RENDIMIENTO DE PECTINA OBTENIDO DE CÁSCARAS DE NARANJAS VERDES Y MADURAS**

CASCARAS	%R <sub>1</sub>	%R <sub>2</sub>	%R <sub>3</sub>	%R <sub>4</sub>	%R <sub>5</sub>	%R <sub>6</sub>	%R <sub>7</sub>
VERDES	5.60%	6.00%	5.80%	6.08%	6.08%	4.80%	5.24%
MADURAS	5.16%	5.00%	4.80%	3.24%	5.20%	5.20%	5.16%

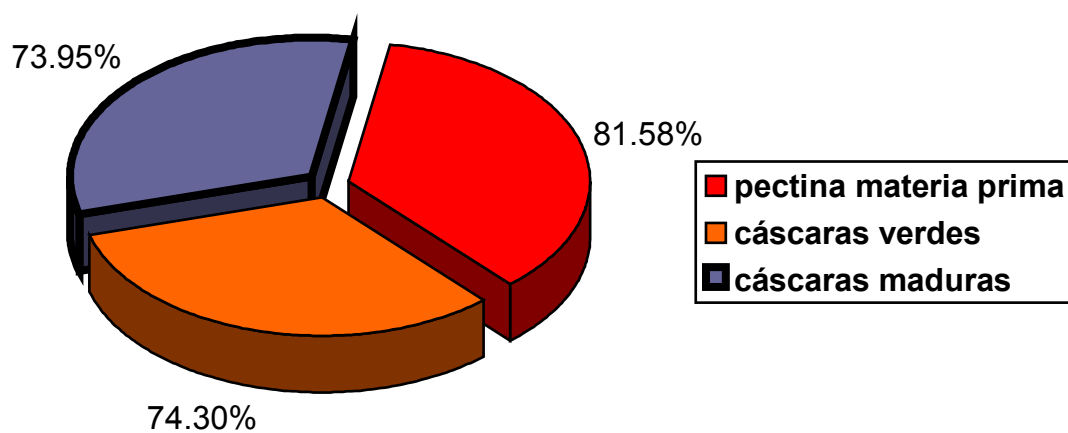
■ CÁSCARA VERDES      ■ CÁSCARA MADURA



**GRAFICA N° 3 PORCENTAJES DE RENDIMIENTO DE PECTINA OBTENIDO DE CÁSCARAS DE NARANJAS VERDES Y MADURAS**



GRAFICA N° 4 PORCENTAJES DE GRUPOS METOXI (-OCH<sub>3</sub>)



GRAFICA N° 5 PORCENTAJES DE ÁCIDOS GALACTURÓNICOS (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>)

**CAPITULO IV**  
**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### 4.0. DISCUSIÓN DE RESULTADO

1- Las muestras de cáscaras de naranjas variedad valencia ( *Citrus Sinensis*) se les realizó un proceso de inactivación de enzimas a una temperatura de 80°C durante un tiempo de 15 min. Con este procedimiento se evitó la acción de las enzimas pectinesterasa y poligalacturonasa, porque estas enzimas causan alteraciones que perjudican la buena calidad de la pectina.

2- Para extraer pectina a partir de la corteza de las cáscaras de naranjas verdes y maduras se sometieron a un proceso de hidrólisis ácida y de esta manera se produjo la gelificación de la pectina, utilizando ácido clorhídrico porque es un buen neutralizante , electrolito, facilita la floculación e hidroliza fácilmente los azúcares como galactosa arabinosa y xilosa que acompañan a la pectina .

3- La extracción de la pectina se llevó a cabo mediante el método de precipitación con alcohol etílico al 80%, por ser el más adecuado para la extracción de pectina cítrica, obteniéndose un buen rendimiento y por ser de bajo costo.

4- Los porcentajes de rendimiento (ver tabla N° 2 de resultado ) se determinaron de acuerdo a los pesos obtenidos de la pectina extraída de las cáscaras de naranjas verdes y maduras ( ver tabla N°1 de resultados ) se obtuvo mayor porcentaje de pectina en cáscaras de naranjas verdes ( ver grafica N° 3 de resultados ).



5- Los porcentajes de rendimientos obtenidos en cada una de las extracciones realizadas ( ver tabla N° 2 de resultados) se obtuvieron valores diferentes debido a ciertos factores como la evaporación del solvente, errores en la técnica de extracción y textura del fruto.

6- La pectina obtenida se le realizó los análisis respectivos según las especificaciones de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos , para perdida por secado , ensayos de análisis y pruebas de gelificación A,B,C,D, ( ver tabla N° 3 y N° 5 de resultados ) cumple con las especificaciones dadas por la Farmacopea Mexicana.

7- Las lecturas de pH ( ver tabla N° 5 de resultados ) presentan pH bajos por lo tanto no se encuentra en el rango de pH (12) de 2.5 – 3.4 como se requiere en el grado de esterificación .

8- En cuanto a la cuantificación de la pectina extraída de las cáscaras de naranjas verdes y maduras se realizó una valoración volumétrica ácido – base para poder determinar los porcentajes de grupos metoxilicos (-OCH<sub>3</sub>) y ácidos galacturónicos (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>) (ver tabla N° 7 de resultados ) en base a los resultados obtenidos se realizaron cálculos estadísticos respectivos.

9- Al analizar los resultados estadísticos de los porcentajes ( ver grafica N° 4, N°5 de resultados ) se puede ver que presenta una diferencia estadística ya que la pectina obtenida de las cáscaras de naranjas verdes y maduras presenta un menor porcentaje de ácido galacturónico con respecto a la pectina comercial por lo tanto la pectina obtenida produce una gelificación menor comparada con la pectina materia prima.

CAPITULO V  
CONCLUSIONES

## 5.0 CONCLUSIONES

1- Para poder extraer la pectina de las cáscaras de naranja valencia ( *Citrus Sinensis* ) se realizó un proceso de inactivación de enzimas por medio de calentamiento llevándolo a una temperatura de 80°C a 15 minutos para evitar la acción de la pectinesterasa y poligalacturonasa ya que estas enzimas facilitan el ataque posterior de otras enzimas .

2- Para extraer la pectina a partir de la corteza de las cáscaras de naranjas se realizó una hidrólisis ácida produciéndose un rompimiento en el enlace glucosídico y de esta manera se da la gelificación .

3- El ácido clorhídrico es indispensable en el proceso de hidrólisis para proporcionar iones hidrógenos que neutralizan las cargas lo suficiente para que las moléculas de pectina dispersas ya no se repelen unas con otras por lo tanto es un buen neutralizante y electrolito que va a hidrolizar fácilmente los azúcares como arabinosa, galactosa y xilosa que acompañan a la pectina.

4- Se utilizó alcohol etílico al 80% para la extracción de pectina ya que presenta la propiedad de precipitar la pectina directamente de la fuente vegetal. Además este método de extracción es el más adecuado para la obtención de pectina cítrica dando un buen rendimiento.

5- Se utilizaron las cáscaras de naranjas verdes y maduras para la obtención de pectina, las cuales fueron proporcionadas por una industria productora de jugos de esta manera se contribuye a disminuir la contaminación ambiental provocado por los desechos de naranjas.

6- El pH de la pectina varia dependiendo de ciertos factores, primero que las pectinas de elevado ester ( 7 a 14% ) de grupos metoxilo tiene una viscosidad máxima alrededor de pH 6.0, mientras que los de bajo ester disminuye la viscosidad con el descenso del pH, a una alta concentración de azúcar eleva el pH optimo y una baja concentración de azucar lo disminuye. Las soluciones de pectina se convierten en geles por debajo del pH 2.0.

7- Para determinar los porcentajes de grupos metoxilicos y ácidos galacturónicos de la pectina obtenida de las cáscaras de naranjas verdes y maduras y pectina comercial se realizo una valoración volumétrica ácido – base ya que la pectina presenta grupos carboxílicos libres.

8- La pectina cítrica vendida en el comercio contiene azúcar como diluyente y evita la formación de grumos al dispersarse en el agua sin embargo la pectina obtenida forma grumos ya que no presenta azúcar.

**CAPITULO VI**  
**RECOMENDACIONES**

## 6.0 RECOMENDACIONES

1- Para obtener un buen porcentaje de rendimiento de pectina se recomienda utilizar cáscaras de naranja con corteza gruesa ya que las de corteza delgada se originan un menor porcentaje de rendimiento de pectina.

2- La precipitación de pectina con alcohol al 95% es óptimo pero se recomienda para reducir costos utilizar el alcohol al 80% ya que ambas concentraciones precipita la pectina.

3- La precipitación puede ser extraída con diferentes solventes pero se recomienda utilizar el alcohol etílico porque se puede recuperar dando un buen rendimiento a un bajo costo.

4- Para realizar el proceso de hidrólisis durante la extracción de pectina se debe utilizar ácido clorhídrico porque es un buen neutralizante y electrolito además facilita la floculación, hidroliza fácilmente los azúcares como arabinosa y xilosa .

5- Este trabajo puede servir de referencia para originar nuevas investigaciones donde se les realice análisis microbiológico y un proceso de normalización.

6- La utilización de las cáscaras de naranjas es una alternativa para obtener pectina a un bajo costo y a la vez se contribuye a disminuir la contaminación ambiental, debido a que permite utilizar los desechos como materia prima.

7- Uno de los problemas de la industria productora de jugos es la eliminación de desechos sólidos ( cáscaras de naranja) por lo que se recomienda utilizarlas no solo en la obtención de pectina sino también en la elaboración de otros productos como la fabricación de concentrados de animales siendo otra alternativa para el aprovechamiento de los desechos sólidos disminuyendo la contaminación ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arévalo Ana Margarita y otros, “ Utilización de la Pectina de Café en una Suspensión Antidiarreico”, trabajo de graduación de la Universidad Nueva San Salvador, San Salvador, San Salvador ,El Salvador, Centro América ,1988, pág. 6-9.
2. Betancourt Quijada, Ana Hazel y otros, “Estudio Comparativo de la Pectina del Café con la Pectina Cítrica comercial”, trabajo de graduación de la Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, Centro América, 1983, pág. 6-22.
3. Bernal de Ramírez Inés, “Análisis de Alimentos”, primera edición editorial Santa Fe de Bogotá ,DC, 1993, pág. 95-97.
4. Bonilla Gildaberto“ métodos prácticos de inferencia estadística II”, segunda edición editores UCA, San Salvador , El Salvador, 1995, pág. 129 –148.
5. Charley Helen,“Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos y Físicos en la preparación de Alimentos”, primera edición, editorial Limusa,1987, pág. 643-644.
6. Cisneros Lazo Rogelio,“Diseño Preliminar de una Planta Productora de Pectina y jugo Concentrado a partir de la naranja”, trabajo de graduación de la Universidad Politécnica de El Salvador, San Salvador, El Salvador, Centro América, 1985 pág. 18-49.



7. Camejo de Aparicio Clara y otros, "Extracción y Caracterización de la pectina en limones injertados de la Región Zuliana", trabajo Subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico Y Humanístico de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, 1994, pág.1-3 [www.Altavista.com](http://www.Altavista.com).
8. Camejo de Aparicio Clara y otros, "Extracción y Caracterización de Pectina en Toronjas de la Región Zuliana" trabajo Subvencionado por el Consejo de desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela, 1994, pág. 1-3. [www.Altavista.com](http://www.Altavista.com).
9. Ferreira Ardila Salomón y otros, " Extracción y Caracterización de la Pectina de Mora de Castilla ( Rubus Glaucus)", tesis de la Universidad Nacional de Colombia Santa Fe Bogotá ,DC. pág. 1-2 [www.colciencias.gov.com](http://www.colciencias.gov.com).
10. Gennaro Alfonso R."Farmacia Practica de Remington", decimonovena edición, editorial medica Panamericana Buenos Aires, 1995, pág. 1354- 1355.
11. Jovel Reyes Ana Rosa y otros "Aprovechamiento de la Pectina a partir de la Pulpa del tamarindo ", tesis de la Universidad Nueva San Salvador, San Salvador, El Salvador , Centro América , 1998, pág. 13 - 22, 27-28, 31-35, 43-45, 56.
12. Kirk, R. J. Y othmer, "Enciclopedia de Tecnología Química". México, editorial uthea, volumen 11, tomo II ,1961, pág. 792- 807.

13. Multon J. L, “Aditivos y Auxiliares de fabricación en Industrias Agro-alimentarias”, editorial acribia, 1998 pág. 1-3. [www.mundohelado.com](http://www.mundohelado.com).
14. OPS / OMS, organización Panamericana de la salud, Organización mundial de la Salud, “Norma Sanitaria de Alimentos”, aprobadas por el consejo de Ministro de Salud Publica de Centro América y Panamá, tomo II,- III, 1964 – 1966, pág. 122 - 123, 1140 – 1144.
15. UES, Universidad de El Salvador y otros. “Obtención y aprovechamiento de extracto vegetales de la flora salvadoreña planter “, volumen I, El Salvador, octubre de 1989 pag. 506 – 507.
16. Solórzano Flores Luis Ignacio y otros,” Farmacopea de los Estados Unidos Mexicano”, comisión permanente de la farmacopea de los Estados Unidos Mexicano , secretaría de la salud, ejemplar n° 4147, tomo I, 7° edición , México D. F.2000 pág. 903,904
17. Stevenson William J., “Estadística para la Administración y Economía” editorial Harla ,1985, pág 288 – 293.
18. Heraso, “ Que es pectina “,2002. [www.43@latinmail.com](http://www.43@latinmail.com)
19. <http://www.aromaterapia.com/naranja.html> “Naranja dulce”, 2003.
20. “Valencia late”, 2003, <http://www.deimaroma.next/pages/nar.html>

**ANEXOS**

**ANEXO N°1**  
**FARMACOPEA DE LOS ESTADOS UNIDOS**  
**MEXICANO**

## FARMACOPEA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANO

### PECTINA

Es un producto purificado de hidratos de carbono, que se obtiene del extracto en ácido diluido del mesocarpio, (porción blanca de la corteza), de frutos cítricos o del bagazo de la manzana utilizada para elaborar sidra. Consiste principalmente de ácidos poligalacturónicos parcialmente metoxilados. Rinde no menos del 6.7 por ciento de grupos metoxílicos (-OCH<sub>3</sub>) y no menos del 74.0 por ciento de ácido galacturónico (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>) calculados con referencia a la sustancia seca. **Nota.** La pectina comercial que se utiliza en la elaboración de productos gelatinosos alimenticios, se normaliza al "grado 150 de gelatina", agregando dextrosa u otros azúcares y algunas veces contiene citrato de sodio u otras sales reguladoras. La presente monografía trata de la pectina pura, sin ninguna adición.

**MARBETE.** Indicar su origen, ya sea de manzanas o de frutos cítricos.

**DESCRIPCIÓN.** Polvo fino o grueso de color amarillo claro.

**SOLUBILIDAD.** Soluble en agua a 25°C, formando una solución coloidal, viscosa, opalescente, que fluye con facilidad y es ácida al papel tornasol. Casi insoluble en etanol o en etanol diluido y en otros disolventes orgánicos. Fácilmente soluble en agua, si antes se humedece con etanol, glicerol o jarabe simple, o si primero se mezcla con 3 o más partes de sacarosa.

### ENSAYOS DE IDENTIDAD.

**A.** En un BM calentar 9 mL de agua y 1 g de la muestra de pectina, hasta que se obtenga una solución, enseguida reponer el agua PÉRDIDA durante la evaporación. Se forma un gel duro al enfriar.

**B.** A una solución (1: 100) de la muestra de pectina, agregar un volumen igual de etanol. Se forma un precipitado: gelatinoso translúcido (distinción de la mayoría de las gomas).

**C.** A 10 mL de solución (1: 100) de la muestra de pectina, agregar 1 mL de SR de nitrato de torio, agitar y dejar en reposo durante 2 minutos. Se forma un precipitado o gel estable (distinción de las gomas).

**D.** A 5 mL de solución (1: 100) de la muestra de pectina, I agregar 1 mL de solución 2 N de hidróxido de sodio y dejar en reposo a la temperatura ambiente durante 15 minutos. Se forma un gel o semigel (distinción del tragacanto)

**E.** Acidular el gel obtenido en la prueba D, con solución 3 N de ácido clorhídrico y, agitar bien. Se forma un precipitado gelatinoso voluminoso, incoloro, el cual por ebullición se vuelve blanco y floculento (ácido péctico).

**PÉRDIDA POR SECADO.** MGA 0671. No más del 10.0 por ciento, secar durante 2 horas a 105°C

**LÍMITES MICROBIANO.** MGA 0571. Cumple los requisitos de la prueba para ausencia de patógenos.

**ARSÉNICO.** MGA VIII. Nomás de 3 pnm. **PLOMO.** MGA V711. En un matraz enlermeyer dc-.250 mL. que contenga 20 mL de ácido nítrico. agregar 2 g de la muestra de pectina. mezclar y calentar cuidadosamente el contenido hasta que ésta se ha disuelto. Continuar el calentamiento hasta que el volumen se ha reducid(1 aproximadamente a 7 mL Enfriar rápidamente hasta b temperatura ambiente, transferir a un matraz aforado de 100 mL, diluir con agua hasta el aforo y mezclar. Una porción de 50 mL de esta solución contiene no más de 5 !-£ de plomo (que corresponde a no más de 5 ppm de-plomo). utilizando 15 mL de solución de 'citrato de amonio. 3 mL de solución de cianuro de potasio y 0.5 mL de solución de clorhidrato de hidroxilamina. Después de la primera de 125 extracciones de ditizona, lavar las capas de clorofonl:ú combinadas con 5 mL de agua, descartando la capa de agua y continuando de la manera usual por extracción con 20 mL de ácido nítrico diluido (1: 1 00). **ALMIDÓN.** Calentar a ebullición una porción de solución al 1 por ciento de pectina, enfriar y agregar algunas gotas de SR de Yodo. No se produce una coloración azul.

**AZUCARES y ÁCIDOS ORGANICOS.** En un matraz de 500 mL transferir 1 g de la muestra de pectina y humedecerla con, 3 mL a 5 mL de etanol, agregar rápidamente 100 mL de agua, agitar bien y dejar en reposo hasta que la solución sea completa. Agregar a esta solución 100 mL de etanol que contengan 0.3 mL de ácido, clorhídrico, mezclar y filtrar rápidamente. Pasar 25 mL del filtrado a una cápsula previamente a peso constante, evaporar el líquido en un BM y secar el residuo durante 2 horas a 50°C con vacío. El peso del residuo no debe exceder de 20 mg.

**VALORACIÓN DE GRUPOS METOXILICOS.** Transferir a un vaso 5 g de la muestra de pectina y agitar durante 10 minutos con una mezcla de 5 mL de ácido clorhídrico y 100 mL de alcohol al 60 por ciento. Pasar. por un filtro de placa de vidrio aglomerado (de tipo Gooch ó Buchner, de 30 mL a 60 mL y de grano grueso) y lavar con 6 porciones de 15 mL de la mezcla de ácido clorhídrico y etanol al 60 por ciento hasta que el filtrado no contenga cloruros. Finalmente lavar con 20 mL de etanol, enseguida secar durante 1 hora a 105°C, enfriar ~ pesar. Pasar exactamente una décima parte del peso neto total de la muestra seca (que representa 500 mg de la muestra original sin lavar), a un matraz Erlenmeyer de 250 mL y humedecer con 2 mL de etanol. Agregar 100 mL de agua libre de bióxido de carbono, colocar un tapón y agitar . ocasionalmente hasta que la pectina quede completamente disuelta. Agregar 5 gotas de SI de fenoftaleína y valorar con solución 0.5 N de hidróxido de sodio, anotar el resultado como valoración inicial. Agregar exactamente 20 mL de solución 0.5 N de hidróxido de sodio, colocar un tapón, agitar fuertemente y dejar en reposo durante 15 minutos. Agregar exactamente 20 mL de solución 0.5 N de ácido. clorhídrico y agitar hasta que desaparezca el color rosado. Agregar 3 gotas de SI de fenoftaleína y valorar con solución . 0.5 N de hidróxido de sodio, hasta obtener un color rosado débil que persista después de agitar fuenemente la mezcla, anotar este valor de saponificación. Cada mililitro de solución 0.5 1\ de hidróxido de sodio consumido, en la valoración de saponificación, es equivalente a 15.52 mg de OCH<sub>3</sub>, en la muestra sin secar.

**VALORACIÓN DE ÁCIDO GALACTURONICO.** Cada mililitro 4e solución 0.5 N de hidróxido de sodio consumido en la valoración total (valoración inicial más valoración de . saponificación, 'determinadas en valoración de grupos metoxílicos), es equivalente a 97.07 mg de C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>

**CONSERVACIÓN.** En envases herméticos.

**ANEXO N°2**  
**NORMA SANITARIA**

# NORMA SANITARIA

NORMA SANITARIA  
PECTINAS

ORSANPAN IAI.IJTZ

## 1. Objeto

Esta norma tiene por objeto definir las características y establecer las normas sanitarias a que debe obedecer las pectinas.

## 2. Definición

Pectina es el producto glucosídico gelatinizante purificado presente en los tejidos vegetales, especialmente en el mesocarpio de algunos frutos cítricos (Citrus sp. Rutaceae), manzanas, membrillos o de otras frutas.

## 3. Designación

El producto Serra designada pectina, seguido del nombre de la fruta de que provenga. Ejemplo: Pectina de limón (cí tro-pectina), "Pectina de manzana" (pomosina), "Pectina de naranja", "Pectina de membrillo", etc.

4. clasificación de las pectinas, siguiendo su estado físico podrán ser clasificadas en:

- a) Pectinas sólidas
- b) Pectinas líquidas

## 5. Normas de calidad y características

5.1 Características generales. las pectinas deberán ser elaboradas con materias primas, sanas y limpias y exentas de materia terrosa, parásitos vegetales o animales y en perfecto estado de conservación. Deberán ser casi completamente solubles en 20 partes de agua, dando solución viscosa y un tanto opaca. Insolubles en alcohol puro, en el alcohol a 50 por ciento y en otros solventes orgánicos. Se disuelven mejor en agua, cuando sean previamente mezcladas con 3 partes o mas de sacarosa. Será tolerado añadir a las pectinas, como conservadores: dióxido de azufre y derivados que produzcan SO<sub>2</sub> en la dosis máxima de 0.02%. Será prohibido el empleo de mezcla de pectina de diversas orígenes, en la preparación de los productos alimenticios, en los que el uso de la pectina es permitido, así como la adición de sustancias tales como almidón, mucílagos vegetales destinadas a aumentar su poder gelatinizante. Deberán estar exentas de almidón extracto, mucílagos vegetales y otras sustancias extrañas.



## 2.2 Características organolépticas

Aspecto - polvo fino o grueso (pectinas sólidas) o líquido gelatinoso (pectinas líquidas)

Color- propio

Olor - inodoro

Sabor - "mucilaginoso"

### 5.3 Características físicas y químicas

Humedad, máximo	10.0% (p/p)	pectinas sólidas
Grupos metoxílicos esterificados, calculado en la base anhidra y sin cenizas, mínimo		7.0 %
Acido galacturónico, calculado en la base anhidra y sin cenizas, mínimo		78.0 %
Cenizas, máximo		4.0 %
Cenizas insolubles en ácido, máximo		0.4 %
Arsénico		10 partes por millón
Metales pesados		20 partes por millón
Azúcares y ácidos orgánicos, máximo		2.0 %
Grado de gelatinización, mínimo		80 (pectinas sólidas) 10 (pectinas líquidas)
Ausencia de sustancias tóxicas en su composición		

5.4 Características microbiológicas. Ausencia de microorganismos patógenos y de microorganismos causantes de la descomposición del producto.

5.5 Características microscópicas. Presencia de elementos histológicos característicos de la especie o de las especies vegetales y de los demás componentes del producto. Ausencia de sustancias extrañas y suciedades

5.6 Medios de conservación. Como conservadores, será tolerado añadir a las pectinas: dióxido de azufre y derivados con producción de  $SO_2$  en la dosis máxima de 0.02%.

### 6. Normas de envase y acondicionamiento

El envase deberá ser de material resistente a la acción del producto. Las características organolépticas y la composición del producto, no deberán ser alteradas por el material de envase. Cuando estén envasados en recipientes cerrados herméticamente, el espacio libre de los recipientes no deberá exceder de 10% (diez por ciento) de la altura del recipiente. El vacío en el interior de los recipientes no deberá ser superior a 300 mm de Hg.

### 7. Rotulación

En el rótulo deberá constar la denominación "Pectina", seguida de la marca comercial. Será obligatoria la declaración de la capacidad gelatinizante de la pectina. Deberá constar el nombre y la dirección de la fábrica, el peso neto en unidades del sistema métrico decimal, el número de identificación y la fecha de fabricación.

## 8. Muestreo e inspección

La inspección del local de fabricación será efectuada por un inspector especializado, que podrá tomar muestras para el análisis, tanto en las fábricas como en los locales de venta y de consumo. En las fábricas podrá tomar muestras de la materia prima utilizada y de otras sustancias que, directa o indirectamente, entren en contacto con la fabricación. La recolección será hecha tomando al azar, un número adecuado de muestras para la realización de los ensayos analíticos, de acuerdo con las Normas técnicas generales para muestreo.

## 9. Paradigmas

Inspección del envase en cuanto al aspecto interno y externo

Inspección externa del producto

Caracteres organolépticos: aspecto, color, olor y sabor

Determinación del espacio libre

Acidez de titulación

Humedad

Glúcidos reductores, en glucosa

Glúcidos no reductores, en sacarosa

Prótidos

Grupos metoxílicos esterificados

Ácidos poli-O- galacturónico

Cenizas

Ceniza insoluble en ácido

Arsénico

Metales pesados

Grado de gelatinización

Aditivos

Examen microbiológico

Examen microscópico

## 10. Métodos de análisis

### 10.1 Métodos físicos y químicos

10.1.1 Determinación del espacio libre. Abra el recipiente y mida con precisión de milímetro la distancia comprendida entre el nivel superior del producto y el nivel a la altura de la tapa del recipiente. Retire el contenido y mida con precisión de milímetro la distancia comprendida entre el fondo del recipiente y el nivel a la altura de la tapa. Calcule el espacio libre del recipiente mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{d}{dt} \times 100$$

E = espacio libre del recipiente por ciento

d = distancia entre el nivel superior del producto y el de la tapa en milímetros

dt = distancia entre el fondo del recipiente y la tapa en milímetros

### 10.1.2 Grupos metoxílicos esterificados

**Material:** Vaso químico de 250 ml, crisol de vidrio para filtración de 30 a 60 ml, Frasco Erlenmeyer de 250 ml, bureta de 25 ml.

**Reactivos:** Acido clorhídrico, Alcohol, Indicador fenoltaleina, Hidróxido de sodio 0.5 N.

**Procedimiento:** Coloque en un vaso químico de 250 ml cerca de 5 g de pectina y agite durante 10 minutos con una mezcla de 5 ml de ácido clorhídrico concentrado y 100 ml de alcohol al/60%. Filtre por el crisol de vidrio de porosidad gruesa, previamente tarado y lave el residuo y el filtro con 6 porciones sucesivas de 15 ml cada una de la mezcla de alcohol-ácido clorhídrico, seguidas por alcohol al 60% hasta que el filtrado no dé reacción de cloruro. Finalmente lave con 20 ml de alcohol y seque en estufa a 105° C durante una hora. enfíe y pese. Transfiera exactamente la décima parte del residuo (correspondiendo a 0.5 g de la cantidad inicial de pectina) para un frasco Erlenmeyer de 250 ml, de tapón esmerilado, y humedezca con 2 ml de alcohol. Añada 100 ml de agua destilada, cierre el frasco y agite de vez en cuando hasta disolución completa del residuo. Adicione 5 gotas de indicador fenoltaleina y titule con hidróxido de sodio 0.5 N tomando nota del número de mililitros gastados con el título inicial. Añada exactamente 20 ml de hidróxido de sodio 0.05 N, cierre el frasco y agite vigorosamente, dejándolo reposar durante 15 minutos. Agregue 20 ml de ácido clorhídrico 0.5 N y agite hasta la desaparición del color rosado. Después de la adición de 3 gotas del indicador de fenoltaleina, titule el líquido con hidróxido de sodio 0.5 N hasta la obtención de leve coloración rosada, persistente después de agitación vigorosa: anote el número de mililitros de hidróxido de sodio gastados, como título de saponificación y que equivale a 0.0155/g de grupos metoxílicos esterificados, en la base no desecada.

10.1.3 Acido galacturónico. Cada mililitro de hidróxido de sodio 0.5 N gastado en la titulación total (título inicial + título de saponificación), en la dosis de los grupos metoxílicos esterificados, equivale a 0.097 g de  $C_5H_9O_5COOH$ , en la base no desecada.

10.1.4 Grado de gelatinización. Solubilice en baño maria 1 g de pectina con 9 ml de agua, substituyendo de vez en cuando el agua evaporada: debe obtenerse una jalea dura después del enfriamiento.

10.1.5 Aditivos. Deberán seguirse las técnicas establecidas en la Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinación de aditivos.

10.1.6 Cenizas insolubles en HCl (1+9). Deberá seguirse la técnica establecida en la Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinación en las cenizas (10.1.3)

10.1.7 Arsénico. Deberá seguirse la técnica establecida en la Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinación de arsénico

10.1.8 Metales. Deberá seguirse la técnica establecida en la Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinación de metales.

10.1.9 Las demás determinaciones del paradigma, deberán ser efectuadas de acuerdo con la Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para análisis de alimentos.

10.2 Métodos microbiológicos. Los demás métodos microbiológicos serán los indicados en la Norma técnica general para Métodos de Análisis Microbiológicos de alimentos.

10.3 Métodos microscópicos. Deberá seguirse la técnica indicada en la Norma técnica para Métodos de Análisis Microscópicos

11. Conclusiones del dictamen analítico

En las conclusiones del dictamen analítico, deberá especificarse si la muestra analizada está de acuerdo o no con las exigencias de esta norma.

12. Normas para consulta

Normas técnicas generales para Métodos de Análisis Microbiológicos de alimentos

Normas técnicas generales para Métodos de Análisis Microscópicos

Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para Análisis de alimentos

Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinación de metales

Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinación de arsénico

Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinación de aditivos

Norma técnica de Métodos Físicos y Químicos para determinaciones en las cenizas

Normas técnicas generales para muestreo

13. Correspondencia con otras normas

**ANEXO N°3**  
**MATERIALES ,CRISTALERIA ,EQUIPO, REACTIVOS**  
**SOLVENTES Y MATERIA PRIMA**

**- Materiales y cristalería**

- Balde de acero inoxidable
- Mechero Fisher – Price
- Tripode
- Pinza para crisol
- Pinza para buretas
- Espátula
- Microespátula
- Gradilla
- Tapón de hule
- Filtro Buchner
- Soporte
- Beaker de 1000mL
- Beaker de 500mL
- Beaker de 100mL
- Beaker de 50mL
- Probetas 500mL
- Probeta de 100 mL
- Probeta de 50 mL
- Probeta de 25 mL
- Probeta de 10 mL
- Buretas de 100 mL
- Erlenmeyer de 250 mL
- Mortero y pistilo
- Termómetro
- Vidrio de reloj

- Pipeta volumétrica de 20 mL
- Cápsula de porcelana
- tubo de ensayo con tapón de rosca
- Agitadores

#### - Equipo

- Balanza Analítica Mettler type 5 cap. 160g N°106255
- Balanza Semi – Analítica Mettler PN 1210 max 1200
- Balanza granataria Triple Beam ( OHAUS) 2610g
- Estufa de Precisión Specific modelo 25 EG 65 – 210UL OVEN
- Estufa DE Precisión Scientific modelo 21AG – 6 , 0 - 180 C°
- Desecador de vidrio marca Pirex
- pHmetro

#### - Reactivos y solventes

- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio
- Alcohol etílico
- Agua libre de CO<sub>2</sub>
- Fenoftaleína TS
- Agua destilada

#### - Materia prima

Pectina comercial

Cáscaras de naranjas valencia ( *Citrus Sinensis*)

**ANEXO N° 4**  
**PREPARACIÓN DE REACTIVOS PARA LA VALORACIÓN**  
**DE GRUPOS METOXILICOS Y ÁCIDO GALACTURONICOS**



**1. HIDRÓXIDO DE SODIO , NORMAL (1N):** <sup>(16)</sup>

NaOH 40.00g

40.0 g en 1000 mL

Disolver 162g de hidróxido de sodio en 150 mL de agua libre de dióxido de carbono, enfriar la solución a temperatura ambiente , y filtrarla con papel filtro. Transferir 54.5 mL de lo filtrado claro a un recipiente termoplástico sellado y aforar en 1000 mL de agua libre de dióxido de carbono .

Pesar aproximadamente 5 g de biftalato de potasio previamente secado a 120°C durante dos horas y disolver en 75 mL de agua libre dióxido de carbono. Agregar 2 gotas de fenoftaleína SI y titular la mezcla con solución de hidróxido de sodio hasta lograr producir un color rosado permanente .

Cada 204.2 mg de biftalato de potasio es equivalente a 1 mL de 1 N de hidróxido de sodio

**2. ÁCIDO CLORHÍDRICO, 1 N :**

HCL, 36.46g

36.46 g en 1000 mL

Diluir 85 mL de ácido clorhídrico en una cantidad de 100 mL de agua. Estandarizar la solución como sigue:

Pesar aproximadamente 1.5 g de carbonato anhídrido sódico en el cual previamente debe haberse secado a una temperatura aproximadamente a 270°C durante una hora. Disolver en 100 mL de agua y adicionar 2 gotas de rojo de metilo

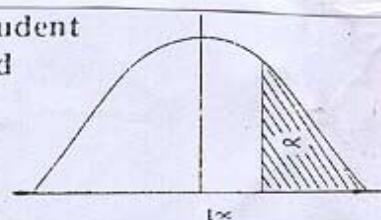
TS. Agregar el ácido despacio con una bureta, agitar constantemente, hasta que la solución se vuelva un poco rosada.

Hervir la solución a ebullición, enfriar y continuar la titulación de la solución, calentar de nuevo a ebullición y titular lo más que sea necesario hasta que ya no se vea afectado el color rosado débil por la ebullición continuada.

Calcular la normalidad. Cada 52.99 mg. de carbonato anhídrido sódico es el equivalente a 1 mL de ácido clorhídrico 1 N.

**ANEXO N° 5**  
**TABLA ESTADÍSTICA DE LA DISTRIBUCIÓN t - STUDENT**

Talpa de distribución t de Student  
con v grados de libertad



v	t <sub>.45</sub>	t <sub>.40</sub>	t <sub>.30</sub>	t <sub>.25</sub>	t <sub>.20</sub>	t <sub>.10</sub>	t <sub>.05</sub>	t <sub>.025</sub>	t <sub>.01</sub>	t <sub>.005</sub>
1	.158	.325	.727	1.000	1.376	3.08	6.31	12.71	31.82	63.66
2	.142	.289	.617	.816	1.061	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92
3	.137	.277	.584	.765	.978	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84
4	.134	.271	.569	.741	.941	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60
5	.132	.267	.559	.727	.920	1.48	2.02	2.57	3.36	4.03
6	.131	.265	.553	.718	.906	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71
7	.130	.263	.549	.711	.896	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50
8	.130	.262	.546	.706	.889	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36
9	.129	.261	.543	.703	.883	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25
10	.129	.260	.542	.700	.879	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17
11	.129	.260	.540	.697	.876	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11
12	.128	.259	.539	.695	.873	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06
13	.128	.259	.538	.694	.870	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01
14	.128	.258	.537	.692	.868	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98
15	.128	.258	.536	.691	.866	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95
16	.128	.258	.535	.690	.865	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92
17	.128	.257	.534	.689	.863	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90
18	.127	.257	.534	.688	.862	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88
19	.127	.257	.533	.688	.861	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86
20	.127	.257	.533	.687	.860	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84
21	.127	.257	.532	.686	.859	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83
22	.127	.256	.532	.686	.858	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82
23	.127	.256	.532	.685	.858	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81
24	.127	.256	.531	.685	.857	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80
25	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79
26	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.78
27	.127	.256	.531	.684	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77
28	.127	.256	.530	.683	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76
29	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76
30	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75
40	.126	.255	.529	.681	.851	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70
60	.126	.254	.527	.679	.848	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66
120	.126	.254	.526	.677	.845	1.29	1.66	1.98	2.36	2.62
∞	.126	.253	.524	.674	.842	1.28	1.645	1.96	2.33	2.58

**ANEXO N° 6**  
**INFORMACIÓN OBTENIDA POR INTERNET**

## **Extracción y caracterización de pectina en toronjas de la región Zuliana<sup>1</sup>.**

**Clara Camejo de Aparicio<sup>2</sup>. Alexis Ferrer<sup>2, 3</sup>. Betzabé de Ferrer<sup>2</sup>. Jorge Peña<sup>2</sup>.  
Milagros Cedeño<sup>2</sup>.**

*1. Trabajo subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES).*

*2. Laboratorio de Alimentos. Departamento de Química. Facultad de Ciencias (LUZ). Maracaibo, Venezuela.*

*3. A quien debe dirigirse la correspondencia.*

Recibido el 08/06/1994. Aceptado el 30/01/1996.

---

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es la extracción de pectina de toronjas, variedad Marsh, de la Región Zuliana y la determinación de su calidad. Las extracciones se realizaron a 90 °C usando dos valores de pH (2 y 3) y dos tiempos diferentes de calentamiento (60 y 90 min.). El jugo extraído de dos lotes de toronjas se sometió a análisis de pH, acidez, °Brix e índice de madurez. La pectina se obtuvo de la corteza seca utilizando el método de hidrólisis y se caracterizó posteriormente. Los resultados mostraron que la acidez del jugo extraído es mayor que la reportada para otras frutas cítricas. La pectina de mejor calidad (91.05% de ácido galacturónico y 5.32% de metoxilo) se extrajo a pH 3 y 60 min. de calentamiento y tuvo un rendimiento de 6.7%. La pectina se caracterizó como una pectina de bajo metoxilo lo que implica una capacidad baja

de gelificación. El rendimiento más alto en pectina (17.4%) se obtuvo a pH 2 y 90 min. de calentamiento pero la pectina fue de menor calidad (81.65 % de ácido galacturónico y 4.57% de metoxilo). Palabras claves: Pectina, ácido galacturónico, metoxilo, toronja.

## Abstract

The objective of this work is the extraction of pectin from grapefruits, Marsh Variety, of the Zulian Region and the determination of its quality. The extractions were performed at 90 °C using two values of pH (2 and 3) and two different times of heating (60 and 90 min.). The juice extracted from two batches of grapefruit was subjected to pH, acidity, °Brix and maturity ratio analyses. The pectin was obtained from dried peel using the acid hydrolysis method and was further characterized. The results showed that the acidity of the extracted juice is higher than that reported for other citrus fruits. The pectin of the best quality (91.05% of galacturonic acid and 5.32% of methoxyl) was extracted at pH 3 and 60 min. of heating and had a yield of 6.7%. It was characterized as a low methoxyl pectin, this implies a low gelification capacity. The highest pectin yield was obtained at pH 2 and 90 min. of heating (17.4%) but the pectin had a lower quality (81.65% of galacturonic acid and 4.57% of methoxyl). Key words: Pectin, galacturonic acid, methoxyl, grapefruit.

## Introducción

Las frutas cítricas se someten a tratamientos específicos para utilizarlas en la preparación de mermeladas, confituras, bebidas aromatizadas, jaleas, así como también, en la preparación de ciertas medicinas como antidiarréicos o como agentes hemostáticos (2, 9). Dado su contenido relativamente alto de sustancias pépticas, las cortezas de las frutas cítricas se estudian actualmente como fuente potencial de pectina para la elaboración de mermeladas (10, 11, 12). Actualmente se importa toda la pectina que se utiliza en la industria de alimentos en Venezuela. El objetivo de este trabajo es el estudio de la pectina de toronja, variedad Marsh, la cual es una fruta abundante en Venezuela, en cuanto a su rendimiento en la extracción y su calidad.

## Materiales y métodos

**Materia prima.** La materia prima utilizada fue toronjas (*Citrus grandis*), variedad Marsh, obtenidas de la granja "Mi Refugio" situada en el km 22 de la carretera de Perijá y en varias fruterías de la ciudad de Maracaibo, durante los meses de Febrero a Septiembre de 1990, utilizando una muestra de 10 kg (30-40 toronjas por muestra) para cada una de las experiencias. Se realizó un total de 2 muestreos correspondiendo cada uno a un lote.



**Preparación de la corteza seca de toronjas.** Las toronjas enteras pesadas y desflaveladas se cortaron y exprimieron. El jugo obtenido se filtró y se sometió a los análisis de pH, acidez, sólidos solubles (°Brix) e índice de madurez (4.5, 6.7), los cuales se realizaron por duplicado.

El albedo obtenido se trituró, se pesó y se procedió a inactivar sus enzimas, sumergiéndolo en agua hirviendo durante 10 min. Con este procedimiento se impidió la acción de la pectinesterasa y la poligalacturonasa (3, 9). El exceso de agua se eliminó por filtración. La fase sólida se lavó hasta que no se detectaron sólidos solubles, se prensó manualmente y se sometió a un proceso de secado a 60 °C hasta alcanzar peso constante. Luego se pesó, se trituró y se envasó herméticamente, constituyendo la "corteza seca de toronja".

**Extracción de pectina de la corteza seca de toronja.** La extracción de pectina se realizó calentando a ebullición (90-95 °C con agitación constante) 25 g de corteza seca en 3 litros de agua acidulada con ácido clorhídrico a un pH y durante un tiempo determinados. El diseño experimental consistió en un factorial de 2 x 2 para las variables pH (2 y 3) y tiempo de extracción (60 y 90 min.). Posteriormente la mezcla se dejó en reposo por 30 min., se filtró y el residuo sólido se exprimó manualmente. La pectina se precipitó del sobrenadante con 1.5 volúmenes de 2-propanol y luego se filtró, lavó, enfrió y se secó a 60 °C hasta peso constante para obtener la "pectina cruda". El rendimiento de extracción de la pectina cruda se expresó como porcentaje

p/p con respecto a la corteza seca. Todos los experimentos se hicieron por duplicado.

**Caracterización de la pectina cruda.** La calidad de la pectina se determinó por su pureza evaluada como porcentaje de ácido galacturónico (4) y por su contenido en metoxilo (4, 15) el cual es una medida de su poder gelificante. Todos los análisis se hicieron por duplicado.

**Análisis estadístico.** Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (13). Se aplicó el análisis de varianza a los resultados y las medias se compararon utilizando los índices de Duncan (14).

## Resultados y discusión

Las características del jugo extraído de las toronjas variedad Marsh de dos lotes utilizados aparecen en el cuadro 1. Ambos lotes de toronjas presentan valores relativamente cercanos en sus características especialmente el índice de madurez.

El valor del pH, índice de refracción y de grados Brix del jugo de toronja es semejante a los reportados en la literatura (10). La acidez del jugo medida como porcentaje de ácido cítrico (1.28-1.34%) fue superior a la reportada para la mandarina (0.64-1.14%) y menor que para el limón (5.48-6.11%). El valor reportado para el jugo de toronjas de otras variedades es ligeramente mayor (1.85-2.57%) (10).

**Cuadro 1. Características fisico-químicas del jugo de toronja**

	Lote 1	Lote 2
pH	3.27 <sup>b</sup>	3.43 <sup>a</sup>
°Brix	9.35 <sup>a</sup>	8.85 <sup>b</sup>
Índice de refracción	1.35 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>
% de acidez	1.34 <sup>a</sup>	1.28 <sup>b</sup>
Índice de madurez	6.97 <sup>a</sup>	6.91 <sup>a</sup>

a, b: Índices de Duncan (alfa<.05).

El rendimiento de extracción de pectina de la corteza seca de la toronja aparece en el cuadro 2 y se observa que las condiciones de extracción influyen marcadamente en el rendimiento. El calentamiento a pH 2 aumentó significativamente ( $P < .05$ ) el rendimiento con respecto al calentamiento a pH 3. Se observó también un aumento del rendimiento con un tiempo de calentamiento de 90 min., aunque no fue significativo ( $P > .05$ ). El cuadro 3 muestra el contenido de ácido galacturónico de las pectinas y no se observa ninguna tendencia en cuanto a pH y tiempo de calentamiento. La pectina más pura se obtuvo a pH 3 y 90 min. de calentamiento (91.05% de ácido galacturónico), por lo tanto el alto rendimiento de las pectinas extraídas a pH 2 se debe en parte a otras sustancias, las cuales suelen disminuir el

poder gelificante de las pectinas. El contenido de metoxilo de las pectinas aparece en el cuadro 4. No se observa ninguna tendencia marcada ni del pH ni del tiempo de calentamiento en el contenido de metoxilo. Además, el cuadro 4 muestra que la pectina extraída a pH 3 y 90 min. de calentamiento también fue la de mayor contenido de metoxilo (5.32%) muy cercano a 7%, el cual es el límite que divide las pectinas en grupos de bajo y alto metoxilo. Pectinas con 7% o más de metoxilo presentan una capacidad de gelificación mayor (3). De acuerdo a este criterio, la pectina de toronja extraída en estas condiciones es inferior a la pectina de manzana, pero igual o superior a la de las otras frutas cítricas (1, 8, 9, 15). Por lo tanto, esta pectina presenta cierto potencial para ser utilizada en mermeladas. La pectina extraída a pH 2 y 60 min. de calentamiento, segunda en pureza, también fue segunda en contenido de metoxilo (4.57%).

En base a los resultados obtenidos se recomienda la extracción de la pectina de toronja a pH 3 y 90 min. de calentamiento dada su alta pureza y alto contenido de metoxilo. Sin embargo, es recomendable optimizar estas condiciones ya que es posible obtener un mayor rendimiento de acuerdo al resultado obtenido con la pectina extraída a pH 2 y 60 min. de calentamiento. El criterio de optimización sería técnico-económico en base a la obtención del mayor rendimiento en pectina, sacrificando al mínimo la pureza y el contenido de metoxilo para garantizar una gelificación apropiada para los requerimientos industriales, junto con un análisis de costos del calentamiento.

**Cuadro 2. Rendimiento de la pectina obtenida de la corteza seca de la toronja**

	2-60*	2-90	3-60	3-90
Corteza seca (g)	25	25	25	25
Pectina húmeda (g)	33	38.75	10.8	11.21
% pectina en la toronja	3.65 <sup>a</sup>	4.35 <sup>a</sup>	1.48 <sup>b</sup>	2.23 <sup>b</sup>
% pectina en la corteza	14.6 <sup>a</sup>	17.4 <sup>a</sup>	6.7 <sup>b</sup>	8.9 <sup>b</sup>

\* : El primer número corresponde al pH y el segundo al tiempo de extracción en minutos.

a, b: Índices de Duncan (alfa<.05).

**Cuadro 3. Contenido de ácido galacturónico de la pectina**

	2-60*	2-90	3-60	3-90
Peso de pectina	0.1	0.1	0.1	0.1
Absorbancia	0.59	0.75	0.85	0.68
% de ácido galacturónico	66.5 <sup>a</sup>	81.65 <sup>a</sup>	91.05 <sup>a**</sup>	75.5 <sup>a</sup>

\*: El primer número corresponde al pH y el segundo al tiempo de extracción en minutos.

a, b: Índices de Duncan (alfa<.05).

\*\* : Significativamente diferente del resto (P<.10).

**Cuadro 4. Contenido de metoxilo de la pectina**

	2-60*	2-90	3-60	3-90
Peso de pectina (g)	2.49	2.50	2.50	2.49
Meq. NaOH consumidos	3.11	3.69	4.29	3.28
% metoxilo	3.85 <sup>c</sup>	4.57 <sup>b</sup>	5.32 <sup>a</sup>	4.06 <sup>bc</sup>

\* : El primer número corresponde al pH y el segundo al tiempo de extracción en minutos.

a, b, c: Índices de Duncan ( $\alpha < .05$ ).

## Pectinas



Los subproductos de la industria de zumos de frutas, bagazo de manzanas y albedos de cítricos (limón, limón verde, naranja, toronja) constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas.

Las manzanas utilizadas provienen del norte y centro de Europa; y las cáscaras

de cítricos de California, Brasil, Argentina, México, el sur de Europa y África.

La pectina, de la palabra griega "Pekos" (denso, espeso, coagulado), es una sustancia mucilaginosa de las plantas superiores. Esta sustancia se asocia con la celulosa y le otorga a la pared celular la habilidad de absorber grandes cantidades de agua. La celulosa tiene un importante rol en la estructura ya que le da rigidez a las células, mientras que la pectina contribuye a su textura. Durante largo tiempo, el ama de casa ha utilizado la pectina contenida en las frutas "in situ" para "espesar" jaleas. Su extracción industrial se inició recién a principios del siglo XX.

Se trata de poliósidos compuestos, esencialmente, por cadenas de ácidos galacturónico unidos en a (1-4). La función ácido está más o menos esterificada con el metanol. Las moléculas de ramnosa (metilpentosa) se intercalan en la cadena poligalacturónica por enlaces a (1-2) y (1-4) produciendo una irregularidad en la estructura de la cadena. Esta cadena lleva, igualmente, ramificaciones laterales más o menos largas (arabanas, galactanas) unidas a nivel de las funciones

alcohol secundario. El parámetro químico más importante es el grado de esterificación (M.), es decir, el número de funciones carboxilo esterificadas por 100 grupos galacturónicos; esto permite distinguir dos grupos de pectinas:

- pectinas fuertemente metiladas (H.M. > 55 %);
- pectinas débilmente metiladas (L.M. < 45 %).

Los procedimientos de fabricación se basan en una hidrólisis, separación y recuperación. Se hidroliza la protopectina en medio ácido diluido, en caliente, removiendo así, no solo la pectina, sino también, otros productos tales como polisacáridos neutros y gomas. A continuación, las materias insolubles se separan por prensado y filtración. El extracto péctico transparente se precipita en alcohol. Luego se purifica el coagulo fibroso obtenido por lavados sucesivos con solución hidroalcohólica. La pectina fibrosa se prensa, se seca bajo vacío, se muele y luego se criba. El grado de esterificación final, depende de la temperatura, del pH y de la duración del tratamiento ácido. Se puede obtener por lo tanto, pectinas fuertemente metiladas o pectinas débilmente metiladas. Las pectinas débilmente metiladas y las modificadas químicamente (pectinas amidadas), se pueden obtener igualmente por un tratamiento amoniacal que conduce a una desesterificación y a una amidación en la función ácida. Estas pectinas amidadas se emplean en tecnología alimentaria, si su grado de amidación es inferior al 25%.

El producto comercial puede adquirirse mezclado con azúcares para regular el poder gelificante. Se presenta como un polvo blanco amarillento, ligeramente grisáceo o ligeramente pardo. La pectina amidada puede ser mezclada con soluciones tampón de sales de



calidad alimentaria para mantener el pH y las características de sedimentación deseables.

<b>Materia prima</b>	<b>Bagazos de manzana y albedos de cítricos</b>
<b>Extracción</b>	<b>Hidrólisis en medio ácido, en caliente</b>
<b>Separación</b>	<b>Prensado</b>
	<b>Filtración</b>
	<b>Concentración</b>
<b>Coagulación</b>	<b>Lavados</b>
<b>Pectinas molidas</b>	<b>Secado</b>
	<b>Molido</b>
<b>Producto final</b>	<b>Estandarización por mezclado</b>
	<b>Control</b>

## RE: Por fa, que es pectina?

[Indice](#) [Nuevo](#) [Leer siguientes](#) [Enviar respuesta](#) [Modo tabla](#)

Materia prima. La materia prima utilizada fue toronjas (*Citrus grandis*), variedad Marsh, obtenidas de la granja "Mi Refugio" situada en el km 22 de la carretera de Perijá y en varias fruterías de la ciudad de Maracaibo, durante los meses de Febrero a Septiembre de 1990, utilizando una muestra de 10 kg (30-40 toronjas por muestra) para cada una de las experiencias. Se realizó un total de 2 muestreos correspondiendo cada uno a un lote.

Preparación de la corteza seca de toronjas. Las toronjas enteras pesadas y desflaveladas se cortaron y exprimieron. El jugo obtenido se filtró y se sometió a los análisis de pH, acidez, sólidos solubles (°Brix) e índice de madurez (4.5, 6.7), los cuales se realizaron por duplicado.

El albedo obtenido se trituro, se pesó y se procedió a inactivar sus enzimas, sumergiéndolo en agua hirviendo durante 10 min. Con este procedimiento se impidió la acción de la pectinesterasa y la

poligalacturonasa (3, 9). El exceso de agua se eliminó por filtración. La fase sólida se lavó hasta que no se detectaron sólidos solubles, se prensó manualmente y se sometió a un proceso de secado a 60 °C hasta alcanzar peso constante. Luego se pesó, se trituroó y se envasó herméticamente, constituyendo la "corteza seca de toronja".

Extracción de pectina de la corteza seca de toronja. La extracción de pectina se realizó calentando a ebullición (90-95 °C con agitación constante) 25 g de corteza seca en 3 litros de agua acidulada con ácido clorhídrico a un pH y durante un tiempo determinados. El diseño experimental consistió en un factorial de 2 x 2 para las variables pH (2 y 3) y tiempo de extracción (60 y 90 min.). Posteriormente la mezcla se dejó en reposo por 30 min., se filtró y el residuo sólido se exprimió manualmente. La pectina se precipitó del sobrenadante con 1.5 volúmenes de 2-propanol y luego se filtró, lavó, enfrió y se secó a 60 °C hasta peso constante para obtener la "pectina cruda". El rendimiento de extracción de la pectina cruda se expresó como porcentaje p/p con respecto a la corteza seca. Todos los experimentos se hicieron por duplicado.

Caracterización de la pectina cruda. La calidad de la pectina se determinó por su pureza evaluada como porcentaje de ácido galacturónico (4) y por su contenido en metoxilo (4, 15) el cual es una medida de su poder gelificante. Todos los análisis se hicieron por duplicado.

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (13). Se aplicó el análisis de varianza a los resultados y las medias se compararon utilizando los índices de Duncan (14).

Email: heraso43@latinmail.com

Autor: anonimo Día y hora: Sat Oct 5 15:05:05 2002 Lecturas: 88

- 
- [cual es la formula para sacar la pectina en un problema matematico? \(Sin contenido\)](#) (0) ---- **susy** on Tue Jan 14 00:14:06 2003.
  - [RE: RE: Por fa, que es pectina?](#) (148) ---- anonimo on Sun Jan 5 05:36:06 2003.
-

## PROPIEDADES DE LA PECTINA

### 2.1.- Pectinas

#### 2.1.1.- Definición y localización

Las pectinas o sustancias pécicas 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 a fibra (previamente dignificada) con soluciones acuosas de un agente quelante, o bien, extracción con una solución ácida diluida (en ambos casos la extracción se realiza en caliente).

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.

#### 2.1.2.- 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 pécicas 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.

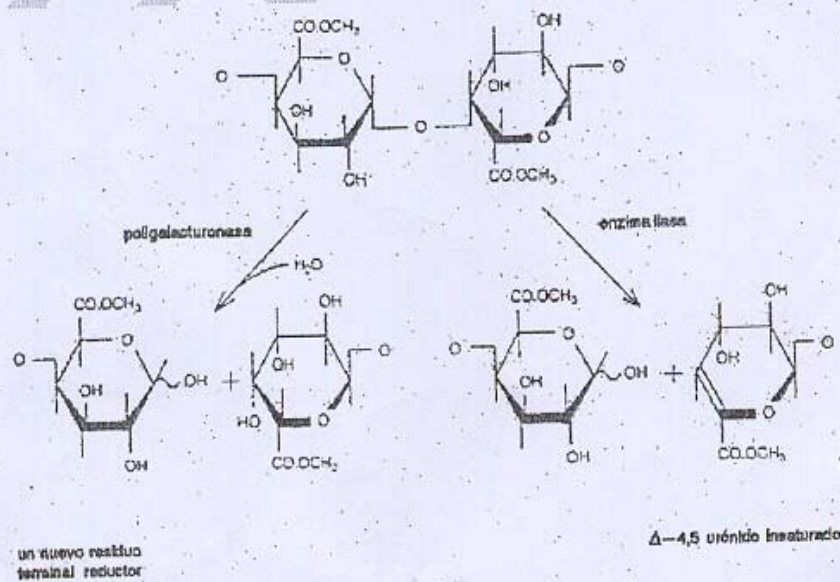
Tal como se han definido, las pectinas son sustancias, en términos prácticos, solubles en agua. No obstante, es frecuente que los residuos de ácido galacturónico se encuentren metilados en mayor o menor grado. El grado de metilación afecta a diversas propiedades de las pectinas, incluyendo su solubilidad en agua, la cual es inversamente proporcional al grado de metilación.

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 quelantes 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.

### 2.1.3.- Degradación

La degradación enzimática de pectinas puede hacerse esencialmente con tres tipos de enzimas diferentes: las poligalacturonasas (EC 3.2.1.15), la pectatoliasas (EC 4.2.2.2. y 4.2.2.9) y las pectinesterasas (EC 3.1.1.11). Las poligalacturonasas rompen los enlaces glucosídicos  $\alpha(1-4)$  mediante hidrólisis, creándose dos moléculas similares a la original aunque de menor tamaño debido a la aparición de un nuevo residuo terminal reductor. Las pectatoliasas rompen también enlaces  $\alpha(1-4)$  pero mediante un mecanismo de  $\beta$ -eliminación que genera un  $\Delta-4,5$  urónido insaturado. Para los dos tipos se han encontrado endo- y exo-enzimas (figura 1). Las pectinesterasas rompen el enlace éster, reduciendo así el grado de metilación. Por tanto no son enzimas pectinolíticas en sentido estricto, pero su acción facilita el ataque posterior de otras enzimas.

Figura 1.- Despolimerización enzimática de la pectina



### 2.1.4.- 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.

Las pectinas son sustancias abundantes en los vegetales, constituyendo aproximadamente el 35% de la pared celular vegetal en dicotiledóneas. El cuadro 1, muestra el contenido en pectinas de algunas frutas y verduras.

Cuadro 1.- Contenido de pectina en las frutas y verduras (Pilnik y Voragen, 1984)

Frutas o verduras	Pectina total (%)
Manzanas	0,47
Fresas	0,52
Frambuesas	0,36
Zanahorias	1,0
Patatas	0,36
Brécoles	0,51

#### 2.1.5. - Estructura química

El término pectinas incluye un grupo relativamente heterogéneo de moléculas incluyendo polisacáridos ácidos y neutros. Principalmente ramnogalacturonano I, arabinano, galactano, arabinogalactano I, homogalacturonano y ramnogalacturonano II. En la figura 2 se representan algunas de las estructuras encontradas en estas fracciones.

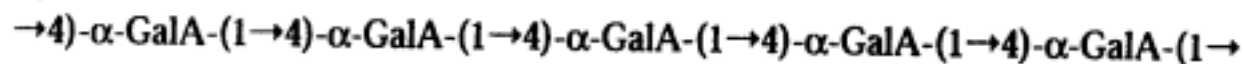
El ramnogalacturonano I (RGI) es la molécula más representativa y abundante del grupo, siendo el componente principal de las dicotiledóneas. Está formado por una cadena lineal de residuos de ácido galacturónico unidos por enlaces glicosídicos  $\alpha$  1,4 en la cual se intercalan moléculas de ramnosa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

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

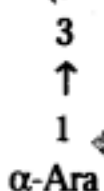
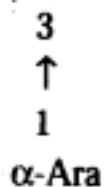
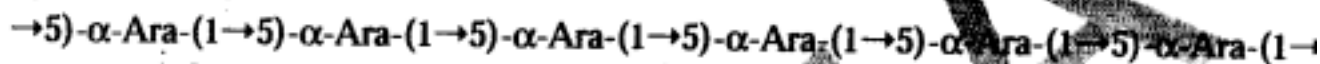
El galactano y arabinogalactano I son generalmente componentes minoritari aunque en algunos casos, por ejemplo en cotiledones de judía pueden ser abundantes. primero está formado por una cadena lineal de galactosas unidas por enlaces  $\beta(1-4)$ . segundo consta de una cadena principal de galactosa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

Figura 2.- Estructura química de los principales tipos de pectina. A) Homogalacturonano; B) Arabinano; C) Arabinogalactano I; D) Ramnogalacturonano I.

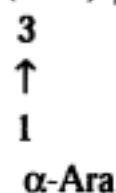
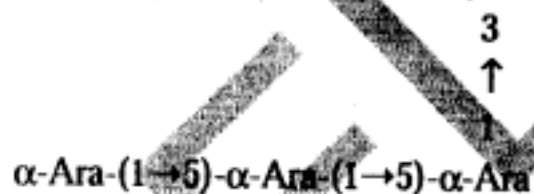
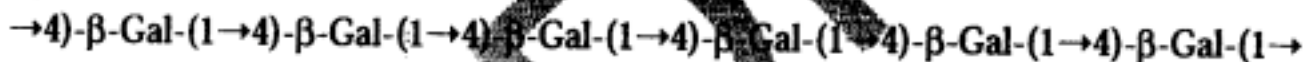
A)



B)



C)



D)



## EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: SALOMON FERREIRA ARDILA (1);  
IRMA MARITZA CONTRERAS DÍAZ (1); JANENETH ALEXANDRA ESTUPIÑAN (1).

1. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de  
Farmacia. Ciudad Universitaria.

Santafé de Bogotá, D. C. Teléfono: (57-1) 316 5080.

Fax: (57-1) 316 5060.

(\*) Proyecto cofinanciado por COLCIENCIAS y por el  
Programa Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos (PMBTA, OEA)

### OBJETIVOS

- Caracterizar las pectinas y los subproductos de procesamiento de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) con el objeto de diseñar posibles procesos para su producción a nivel industrial.
- Caracterizar las pectinas y los subproductos del procesamiento de la Mora de Castilla.
- Determinar la influencia de los parámetros de pH, la temperatura, los tiempos de calentamiento sobre el proceso de extracción y sobre la calidad de la Mora de Castilla.
- Diseño de procesos a nivel de laboratorio y planta piloto empleando como materia prima los residuos del procesamiento o de manejo (como las frutas o los vegetales descartados en los procesos de selección por daño mecánico o por otros factores de calidad como tamaño, variedad, grado de maduración, etc. o los mismos procesos productivos como cáscaras, penachos, residuos de pulverización y afinado de pulpas).

### RESUMEN

En busca de aprovechar la gran variedad de productos perecederos de nuestro país y teniendo en cuenta que la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) por sus aspectos agrícolas es una buena alternativa para el desarrollo de productos agroindustriales se pretendió extraer y caracterizar la pectina de la Mora de Castilla, estandarizando

condiciones del proceso relacionadas con pH, tiempo de hidrólisis, relación pulpa-agua y su influencia en la cantidad y calidad de la pectina obtenida.

Se encontró como el método de extracción más eficiente, debe dirigirse hacia la obtención de un producto de alto o bajo metoxilo, empleando como parámetro de selección el pH de hidrólisis, pH 2.2 para pectinas de bajo metoxilo y pH 3.6 para pectinas de alto metoxilo. Las condiciones de extracción para obtener una pectina de alto metoxilo, tiempo de asentamiento rápido y alto poder de gelificación, según los estándares internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Infancia. (FAO) fueron: pH 3.6, tiempo de hidrólisis 45 minutos y relación pulpa:agua 1:1 peso/peso.

---

Rev. Fac. Agron.(LUZ) 13:641-645

---

### **Extracción y caracterización de pectina en limones injertados de la región Zuliana.<sup>1</sup>**

**Clara Camejo de Aparicio<sup>2</sup>. Alexis Ferrer<sup>2, 3</sup>. Betzabé de Ferrer<sup>2</sup>. Jorge Peña<sup>2</sup>. Milagros Cedeño<sup>2</sup>.**

*1. Trabajo subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES).*

*2. Laboratorio de Alimentos. Departamento de Química. Facultad de Ciencias (LUZ). Maracaibo, Venezuela.*

*3. A quien debe dirigirse la correspondencia.*

Recibido el 01-06-94. Aceptado el 30-01-96

---

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es la extracción de pectina de limones de la Región Zuliana y la determinación de su calidad. Las extracciones se realizaron a 95 °C



usando dos valores de pH (2.5 y 3) y dos tiempos diferentes de calentamiento (60 y 90 min.). Los resultados obtenidos para los análisis del jugo fueron pH 2.5, °Brix 8.5, acidez 6.94% e índice de madurez 1.5. La pectina se obtuvo de la corteza seca utilizando el método de hidrólisis ácida y se caracterizó posteriormente. La calidad de la pectina purificada se determinó mediante la determinación del contenido de ácido galacturónico, contenido de metoxilo y consistencia del gel formado en la preparación de bocadillos de guayaba. La pectina de mejor calidad (52.83% de ácido galacturónico y 2.8% de metoxilo) se extrajo a un pH de 2.5 a un tiempo de calentamiento de 90 min. y tuvo un rendimiento de 20.54%. A pesar de que la pectina se caracterizó como una pectina de bajo metoxilo, produjo dulces de consistencia similar a los comerciales. Palabras claves: Pectina, ácido galacturónico, metoxilo, limón.

## Abstract

The objective of this work is the extraction of pectin from grafted lemons of the Zulian Region and the determination of its quality. The extractions were performed at 95 °C using two values of pH (2.5 and 3) and two different times of heating (60 and 90 min.). The results of the analyses of the juice were 2.5 pH, 8.5 °Brix, 6.94% acidity and 1.5 maturity ratio. The pectin was obtained from dried peel using the acid hydrolysis method and was further characterized. The quality of the pectin was determined by means of the galacturonic and methoxyl content of the pectin and the consistency of the formed gel in the elaboration of guava conserves. The pectin of the best quality (52.83% of galacturonic acid and 2.8% of methoxyl) was extracted at pH 2.5 and 90 min. of heating and had a yield of 20.54%. In spite that the pectin was characterized as a low methoxyl pectin, it produced conserves with, similar consistency compared to commercial ones. Key words: Pectin, galacturonic acid, methoxyl, lemon.

## Introducción

Las pectinas son uno de los principales constituyentes de la pared celular de los vegetales y forman parte importante de los componentes característicos de los frutos

cítricos. Estas macromoléculas son polisacáridos altamente hidrofílicos que pueden absorber agua cien y hasta quinientas veces su propio peso (2, 3, 5, 6). La estructura básica la forman moléculas de ácido D-galacturónico unidas por enlaces glicosídicos B-1-4, que constituyen el ácido poligalacturónico (3). Las pectinas son de gran interés para la industria de alimentos ya que se utilizan ampliamente como aditivos por sus propiedades espesantes y gelificantes en productos tales como gelatinas, mermeladas y conservas vegetales (6). Actualmente se importa toda la pectina que se utiliza en la industria de alimentos en Venezuela. Varios trabajos han reportado que las cortezas secas de los frutos cítricos son aptas como materia prima para la obtención de pectina (2, 11, 12). El objetivo de este trabajo es la extracción y determinación de la calidad de la pectina de limones injertados zulianos.

## Materiales y métodos

**Materia prima.** La materia prima utilizada fueron limones injertados (*Citrus genuina*) variedad lima Tahiti. Se utilizaron 10 kg de limones de varias fincas de la región zuliana de los que se obtuvo la corteza seca para las pruebas de extracción de pectina.

**Preparación de la corteza seca de limón injertado.** Los limones injertados, enteros, pesados, medidos y desflavelados se cortaron y exprimieron. El jugo obtenido se filtró y se determinó el pH, acidez (9), sólidos solubles e índice de madurez (Brix/acidez titulable) (13). los análisis se realizaron por duplicado.

El albedo obtenido se trituró, se pesó y se procedió a inactivar sus enzimas, sumergiéndolo en agua hirviendo durante 10 minutos, eliminándose el exceso de agua por filtración. A la fase sólida se le realizaron varios lavados con agua hasta que no se detectaron más sólidos solubles (°Brix). Se prensó manualmente y se sometió a un proceso de secado a 60 °C hasta alcanzar peso constante y la corteza seca se trituró y envasó herméticamente.

**Extracción de pectina de la corteza seca de limones injertados.** La extracción de pectina se realizó calentando a ebullición (90-95 °C con agitación constante) 25 g de corteza seca en 3 L de agua acidulada con ácido clorhídrico a un pH y durante un tiempo determinados. El diseño experimental consistió en un factorial 2 x 2 para las

variables pH (2.5 y 3) y tiempo de extracción (60 y 90 min.). Posteriormente la mezcla se dejó en reposo por 30 min., se filtró y el residuo sólido se exprimó manualmente. La pectina se precipitó del sobrenadante con 1.5 volúmenes de 2-propanol y luego se filtró, lavó, enfrió y se secó a 60 °C hasta peso constante para obtener la "pectina cruda". Caracterización de la pectina cruda. La calidad de la pectina se determinó por el contenido de ácido galacturónico (7, 8), contenido de metoxilo (7, 13) y consistencia del gel (8). Se elaboraron conservas de guayaba preparadas con la pectina y se comparó el producto con conservas comerciales. Todos los análisis se hicieron por duplicado.

**Análisis estadístico.** Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (14). Se aplicó el análisis de varianza a los resultados y las medias se compararon utilizando los índices de Duncan (15).

## Resultados y discusión

Las características del jugo extraído del limón injertado aparecen en el cuadro 1. Los valores del pH, acidez y de grados Brix del jugo están dentro del rango reportado en la literatura para el jugo de limón (12, 13). La acidez del jugo medida como porcentaje de ácido cítrico (6.94%) fue superior a la reportada en la literatura (12) para la mandarina (0.64-1.14%), toronja (1.85-2.57%) y naranja amarga (3.5-5.1%). El índice de madurez de los limones utilizados en este estudio es ligeramente mayor que el de los limones utilizados en otros estudios (12).

**Cuadro 1. Características físico-químicas del jugo de limón.**

Análisis	Valor promedio <sup>1</sup>
pH	2.5
Brix	8.5
Índice de refracción	1.4
% de acidez	6.9
Índice de madurez	1.5

1: Valor promedio de dos determinaciones.

El cuadro 2 contiene los resultados del rendimiento de extracción de pectina de la corteza seca y sus características. Allí se observa primeramente que el rendimiento aumenta significativamente ( $P < .05$ ) a menor pH. No hubo efecto significativo del tiempo de extracción. El mayor rendimiento se obtuvo a un pH de 2.5 y 90 min. de calentamiento. Para la toronja zuliana se han reportado condiciones óptimas para la extracción de pectina a un pH de 3 y 60 min. de calentamiento siguiendo la misma metodología (1). La proporción de pectina obtenida es similar a la de la mandarina (12) y la toronja zuliana (1) e inferior a la de naranja verada (4), naranja Valencia (11), naranja amarga y otras variedades de limón (21).

De igual forma, el cuadro 2 muestra que en las mejores condiciones de extracción (pH 2.5 y 90 min. de calentamiento) se obtuvo también la pectina de mayor pureza con un contenido de 52.83% de ácido galacturónico, pureza similar a la reportada en la literatura para otras variedades de limón, la cual suele ser más baja que en otros frutos cítricos (12). No se observa ninguna tendencia marcada ni del pH ni del tiempo de calentamiento en el contenido de metoxilo. A pH 3 y 90 min. de calentamiento se obtuvo el mayor contenido de metoxilo. Sin embargo, el mejor gel se obtuvo con la pectina extraída a pH 2.5 y 90 min. de calentamiento, a pesar de tener un menor contenido de metoxilo y un contenido de ácido galacturónico similar. Las conservas de guayaba preparadas con esta pectina resultaron tener una consistencia similar a las comerciales. Por lo tanto, esta pectina presenta un gran potencial para ser utilizada en mermeladas y conservas de frutas.

**Cuadro 2. Rendimiento y características de la pectina obtenida de la corteza seca del limón.**

	2.5-60*	2.5-90	3-60	3-90
% pectina en la corteza	16.7 <sup>a</sup>	20.54 <sup>a</sup>	11.18 <sup>b</sup>	8.54 <sup>b</sup>
% ácido galacturónico	38.67 <sup>c</sup>	52.83 <sup>a</sup>	38.67 <sup>c</sup>	49.05 <sup>b</sup>
% metoxilo	2.85 <sup>b</sup>	2.80 <sup>b</sup>	2.78 <sup>b</sup>	3.15 <sup>a</sup>
Consistencia del gel	Coágulo muy firme	Coágulo firme	Coágulo débil	Coágulo débil

\*: El primer número corresponde al pH y el segundo al tiempo de extracción en minutos.

a, b, c: Índices de Duncan ( $P < .05$ ).

## Literatura citada

1. Camejo de A., C. 1990. Extracción y caracterización de pectina en toronjas de la región zuliana. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
2. Carbonell, E., E. Costell y L. Durán. 1990. Determinación del contenido en pectinas en productos vegetales. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 30:1-7.
3. Cheftel, C. y H. Cheftel. 1989. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Ed. Acribia. España.
4. Corona, A. 1987. Caracterización de pectinas en naranjas de la región zuliana. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
5. Fiszman, S. M. 1989. Propiedades funcionales de los hidrocoloides polisacáridicos. Mecanismo de gelificación. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 29:415-425.
6. Gierschner, K. 1981. Pectin and pectic enzymes in fruit and vegetable technology. *Gordian*. 718:171-176.
7. Joslyn, M. A. 1970. *Pectin Methods in Food Analysis*. Academic Press. Now York. 565-599.
8. Joslyn, M. A. 1973. *Methods in Food Analysis*. Academic Press. Now York.
9. Ministerio de Fomento. 1979. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Determinación del pH (Acidez tónica). N°. 1315-79.
10. Ministerio de Fomento. 1977. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Frutas y Productos derivados. Determinación de acidez. N°. 1157-77.
11. Rodríguez, M. I. and I. Vicente. 1980. Obtención de Pectinas de hollejos de naranjas "Valencia" frescas y deshidratadas. *Ciencia y Tecnología Agrícola. Cítricos y otros frutales*. 314:9-26.
12. Royo, F., P. I. Barandulla y Ma. C. Miralles. 1980. Preparación de corteza seca de mandarina, toronja, naranja y limón para la obtención de pectina. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 20:399-402.
13. Royo, F., M. C. Miralles y P. Clarment. 1975. Preparación de corteza seca de naranja para la obtención de pectinas cultivadas en España. Rendimiento y calidad del producto. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 15:539-546.
14. SAS Institute Inc. 1982. *S.A.S. Statistics*. Universidad de Carolina del Norte.
15. Steel, R. G. y J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach*. 2nd. edition. McGrawHill, Now York.

**ANEXO N° 7**  
**FOTOGRAFÍAS DEL EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO**  
**EN EL TRABAJO**

# EQUIPO



## EQUIPO





# pHmetro



# CRISTALERÍA



# EQUIPO



## ESTUFA



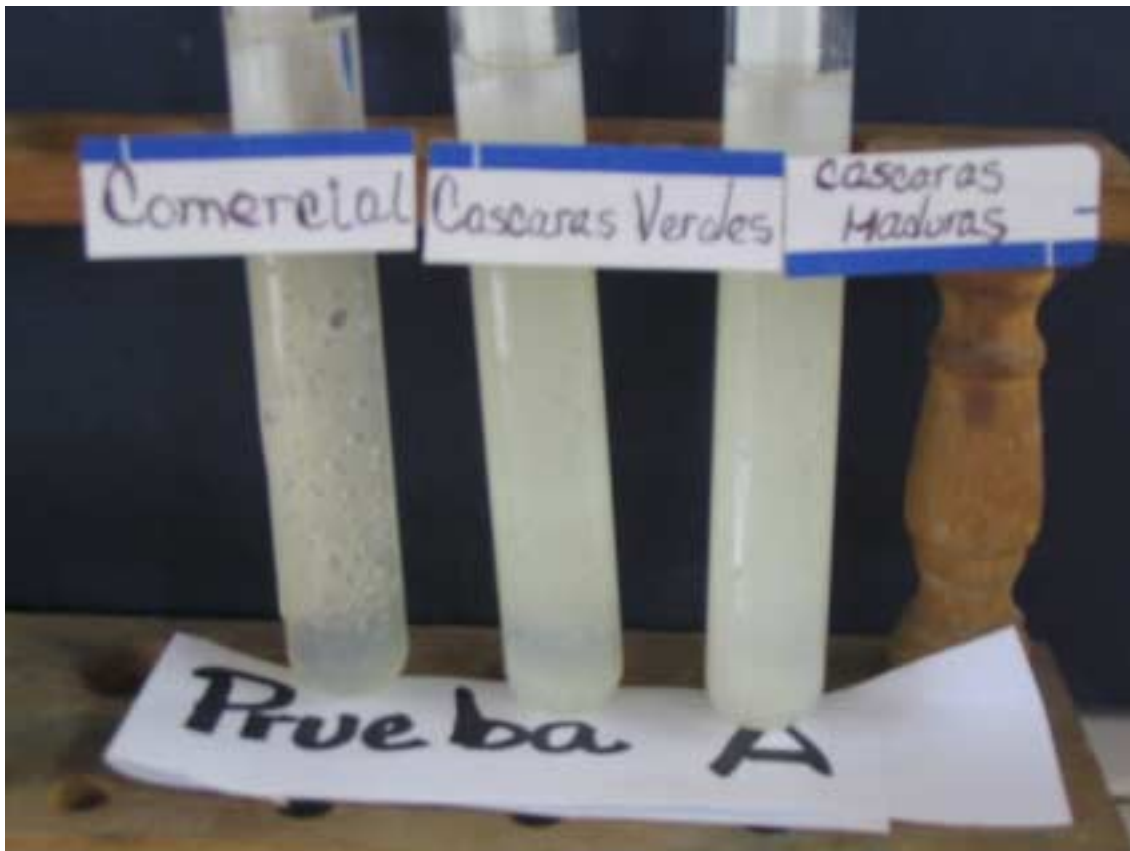
## **PECTINA EXTRAÍDA DE CÁSCARAS DE NARANJAS VERDES**



## **PECTINA EXTRAÍDA DE CÁSCARAS DE NARANJAS MADURAS**



## PRUEBAS DE GELIFICACIÓN



## PRUEBAS DE GELIFICACIÓN





# REACTIVOS



## PECTINA OBTENIDA DE CÁSCARAS DE NARANJAS VERDES Y MADURAS



## PRUEBA DE ALMIDÓN

