

## Obtención y caracterización de la pectina extraída de la cáscara de pepino (*Cucumis Sativus* L-Varietalidad Híbrido Dasher II) y validarla como producto gelificante en compotas

Obtaining and characterizing the pectin extracted from cucumber peel (*Cucumis Sativus* L-Hybrid Variety Dasher II) and validating it as a gelling product in compotes

**Karina Elizabeth Torres-Mendoza**

karina.torres.mendoza@utelvt.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-7673-3409>  
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de  
Esmeraldas-Ecuador

**Rosalba Mercedes Lara-Tambaco**

rosalbalara@utelvt.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0001-5899-4261>  
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de  
Esmeraldas-Ecuador

**María Elena León-Araujo**

marajujo6212@utm.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0003-2029-7107>  
Instituto de Posgrado, Maestría en Ingeniería  
Química Mención Procesos Químicos en la  
Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo-Ecuador

### RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo obtener y caracterizar la pectina extraída de la cáscara de pepino (*Cucumis Sativus* L-Varietalidad Híbrido Dasher II) para validarla como producto gelificante en compotas. La pectina extraída a partir de los diferentes frutos y vegetales, depende de la manipulación de las variables tales como: tiempo, pH y temperatura, dado, que generalmente el tiempo y la temperatura son los mismos en los distintos experimentos realizados se aplica en esta investigación a través del método analítico-experimental con el fin de mantener constantes las variables antes mencionadas excepto el pH ya que será ajustado a un valor de 1.5 y 2.5, para garantizar una óptima extracción y así definir a partir de los resultados, las mejores condiciones de obtención de pectina por el método de hidrólisis ácida, utilizando el HCl como agente extractante. Mediante el experimento realizado a nivel de laboratorio se ha demostrado que es posible extraer pectina a partir de la cáscara de pepino de la variedad Híbrido Dasher II, sin embargo, se obtuvo un rendimiento de 0,65% de pectina seca donde se determina que no hay rentabilidad en utilizar la materia prima como extracción de pectina. No obstante, en la compota de frutilla elaborada con la pectina extraída, se obtuvo una textura de gel estable con mínimas diferencias ante una compota comercial, característica que permitió obtener resultados positivos en las pruebas sensoriales resaltadas por los panelistas.

**Palabras claves:** Caracterización, pectina extraída, gelificante en compotas.

### ABSTRACT

The objective of this research was to obtain and characterize the pectin extracted from the cucumber peel (*Cucumis Sativus* L-Varietalidad Híbrido Dasher II Hybrid) to validate it as a gelling product in compotes. The pectin extracted from the different fruits and vegetables depends on the manipulation of variables such as: time, pH and temperature, since generally the time and temperature are the same in the different experiments carried out, it is applied in this investigation through the analytical-experimental method in order to keep the aforementioned variables constant except the pH, since it will be adjusted to a value of 1.5 and 2.5, to guarantee an optimal extraction and thus define from the results, the best conditions of Obtaining pectin by the acid hydrolysis method, using HCl as extracting agent. Through the experiment carried out at the laboratory level, it has been shown that it is possible to extract pectin from the cucumber peel of the Hybrid Dasher II variety, however, a yield of 0.65% of dry pectin was obtained where it was determined that it was not there is profitability in using the raw material as pectin extraction. However, in the strawberry compote made with the extracted pectin, a stable gel texture was obtained with minimal differences compared to a commercial compote, a characteristic that allowed obtaining positive results in the sensory tests highlighted by the panelists.

**Keywords:** Characterization, extracted pectin, gelling agent in compotes.

### INTRODUCCIÓN

El impulso y desarrollo de la Industria Alimentaria en nuestro País, y ante el incremento del consumo de aditivos como la pectina, utilizada en procesamientos de alimentos como gelificantes y estabilizantes en la elaboración de mermeladas, jaleas, confiterías, productos lácteos, repostería y en la industria farmacéutica para el recubrimiento de medicamentos, ha aumentado la necesidad de buscar constantemente nuevas alternativas para obtener este compuesto químico en diferentes tipos de materia prima que contengan un alto porcentaje de pectina y así poder aprovechar al máximo el fruto.

La pectina es un hidrato de carbono (polímero) que tiene un peso molecular alto y está presente en todas las plantas, principalmente en forma de protopectina. Tiene una influencia importante en las células de las plantas, ya que la protopectina y la celulosa componen la estructura de la pared celular, algunas la poseen en pequeñas cantidades debido a su gran dilución en ciertos tejidos, y a rápidos cambios metabólicos; en cada planta su contenido es variable, pues depende de la edad, del fruto, de la época de maduración, de influencias de tipo ecológico e incluso de las diferentes especies.

*"Para usos industriales, la fuente de obtención de pectina se restringe principalmente a las cáscaras de frutos cítricos conteniendo cerca del 25% de sustancias pépticas y del bagazo de manzana rindiendo alrededor del 15-18% de pectina".* Otras fuentes de pectina son los albedos de agrios, melocotón, zanahorias, cáscaras de mango, residuos de girasol, guayaba, entre

otros (Cortes L, Caro M. 2012).

## Desarrollo

### MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PECTINA

La conversión de la protopectina (insoluble en agua) en pectina (soluble en agua) se denomina comúnmente "extracción" y los métodos existentes para llevar a cabo este proceso a partir de materiales vegetales son:

#### Acción Enzimática

Las pectinas pueden separarse de forma natural de los tejidos vegetales denominada protopectina cuando la fruta está extremadamente madura y cuando las enzimas actúan naturalmente sobre estas. Las enzimas pécticas se pueden clasificar dependiendo del tipo de actividad que catalizan, en dos grupos:

**Desesterificantes o pectina esterasas.** - Catalizan la hidrólisis de los ésteres metílicos del ácido poligalacturónico, liberando metanol al medio y convirtiendo las pectinas en ácidos pécticos.

**Despolimerizantes.** - Son un grupo más numeroso de enzimas capaces de desdoblar las cadenas de ácido poligalacturónico de diverso grado de esterificación en unidades de menor tamaño.

#### Medio Alcalino

En este proceso de extracción se utiliza el hexametáfosfato como secuestrante. Secuestra cationes (calcio, magnesio, cobre, hierro, etc.) de tal forma que no precipitan en forma de costras o de deposiciones, sino que quedan en disolución. A estos efectos también se puede utilizar el citrato sódico, fluoruro sódico o el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético).

Con este método se puede obtener pectinas de buena calidad debido a que estos elementos forman compuestos como pectatos de calcio que mejoran la solubilidad de la pectina, pero son de bajo rendimiento.

#### Hidrólisis Ácida

Las extracciones con ácidos fueron empleadas por algunos de los primeros químicos investigadores de la pectina. Hardy fue uno de los primeros investigadores en realizar el control de la concentración del ión hidrógeno en la extracción de la pectina, sus experimentos indicaron la relación directa entre la disminución del pH y la pectina producida, proceso efectuado a temperatura que no alcance el punto de ebullición, evitando de esta manera que se produzca una hidrólisis en la pectina ya disuelta.

Este método consiste en la hidrólisis de carbohidratos (ruptura de los enlaces glucosídicos que se ubican en la posición  $\alpha$  (1-4) formando la estructura de la pectina que se encuentra uniendo un ácido galacturónico con otro ácido galacturónico ya sea esterificado o no, proceso que consiste en la extracción de pectina en presencia de una solución de ácidos en caliente, ya que los enlaces glucosídicos son más rápidamente destruidos en medio ácido que alcalino en los que poseen bastante estabilidad. Durante este mecanismo de hidrólisis el eslabón determinante de la velocidad del proceso es la pérdida del grupo funcional R-OH. Tal es así que si no hubiese un proceso de hidrólisis ácida no hubiera la separación de los componentes insolubles (como la celulosa) de la materia y la formación de geles disminuiría.

Existe una variedad de ácidos que han sido empleados para la extracción de pectina, entre ellos tenemos: ácido tartárico, málico, ácido cítrico, sulfúrico, acético y clorhídrico, encontrándose que el mejor solvente es el ácido clorhídrico produciendo mayor rendimiento de pectina.

La ventaja principal de la hidrólisis es su alto rendimiento en comparación a otros métodos de extracción que poseen buena calidad, pero bajo rendimiento; aparte de ser muy alto el costo de producción, es por esta razón que a escala industrial es el más utilizado, sin embargo, este proceso es cuidadosamente vigilado para evitar la hidrólisis de enlaces glucosídicos y ésteres no deseados. En esta investigación se prueba este método con algunas modificaciones hasta obtener un proceso sencillo y acorde a nuestro medio.

### ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA LA PECTINA EN POLVO

Las especificaciones de calidad según Kertz (1951), las pectinas para uso alimenticio son diferentes a las pectinas para uso farmacéutico. A continuación, se enuncia ciertas características:

#### Pectinas para uso alimenticio

**Color y olor agradable.**- La pectina deberá tener un color beige y sin olor, su aspecto al tacto deberá ser mucilaginoso.

**Solubilidad.**- Deberá ser soluble en agua caliente hasta 2 a 3%, formará una solución coloidal opalescente de fácil

fluidez y será ácido al papel tornasol, insoluble en alcohol o alcohol diluido y en otros solventes orgánicos.

**Grado de gelificación.**- Esta especificación es la más utilizada, el grado de gelificación indica la cantidad de azúcar que ocupa 1kg de pectina para formar una jalea adecuada que contenga el 65% de sólidos solubles. El tiempo de gelificación indica la velocidad de formación del gel, aplicado tanto a la pectina como a la jalea. Las pectinas comerciales generalmente tienen velocidades de gelificación menores a 5 minutos, cuando esta determinación se efectúa en condiciones normales de temperatura (24 a 26°C) y de pH (2.8 a 3).

**Contenido de metoxilo.**- Las pectinas de alto metoxilo deberán tener un contenido de metoxilo superior al 7% y un grado de esterificación mayor al 50% y las pectinas de bajo metoxilo deben tener un contenido inferior al 7% y un grado de esterificación menor al 50%.

**Pureza.**- Contiene un mínimo del 78% de anhídrido urónico, un porcentaje de humedad menor al 10% y ceniza menor al 6%.

**pH.**- El pH de las soluciones de pectina varía de 2.8 a 3.4, como función del grado de esterificación, y muestran máxima estabilidad en condiciones de almacenamiento a pH 3.5 y temperatura de 15°C.

### **Pectinas para uso farmacéutico**

Las características de calidad de este tipo de pectina son:

- Color y sabor agradable
- Solubilidad en agua
- Ausencia de ingredientes dañinos
- Contenido de metoxilo superior al 7%
- Pureza de la pectina mínima de 96%

### **SEMICONSERVA**

La palabra compota proviene (del fr: compote = mezcla), postre casero que tradicionalmente se elabora de distintas frutas (manzana, melocotón, albaricoque, pera, membrillo, frutas rojas).

Es un alimento de consumo habitual empleado frecuentemente en las dietas infantiles (aunque en este caso suelen poseer menor contenido de azúcar, por ser enriquecidas con diversas vitaminas, en especial la C). Para la elaboración de la compota se requiere de ingredientes como:

**Fruta.**- La calidad de la compota dependerá de las características de sanidad, madurez y composición de las frutas que se empleen, se debe evitar el uso de frutas con principios de descomposición ya que éstas favorecen al desarrollo de microorganismos.

**Pectina.**- Es el elemento fundamental que produce la coagulación del producto. La acción que produce es sostener el azúcar, otros sólidos y el agua en una especie de red o malla y se obtiene por la ebullición de la fruta en agua.

**Ácido.**- Las funciones que realiza el ácido a la hora de elaborar una conserva es facilitar la gelatinización, dar brillo al producto terminado, mejorar el sabor, evita la cristalización del azúcar (proceso por medio del cual el azúcar adquiere estructuras de cristales) y además actúa como conservante.

**Azúcar.**- En vista de ser una sustancia hidrofílica, el azúcar liga agua y ayuda que ésta sea retenida por las moléculas de pectina, previniendo la sinéresis, además de establecer enlaces a base de puentes entre las cadenas de pectina. Cuando el azúcar es sometido a cocción en medio ácido, se produce la inversión de la sacarosa, desdoblamiento en dos azúcares (fructosa y glucosa) que retardan o impiden la cristalización de la sacarosa en la compota, resultando por ello esencial para la buena conservación del producto el mantener un equilibrio entre la sacarosa y el azúcar invertido.

Es importante señalar que la concentración de azúcar en la compota debe impedir tanto la fermentación como la cristalización. Resultan bastante estrechos los límites entre la probabilidad de que fermente una compota porque contiene poca cantidad de azúcar y aquellos en que puede cristalizar porque contiene demasiada azúcar.

### **Frutas que contiene pectina**

- **Frutas ricas en pectina y ácidos.**

Manzanas verdes, guayabas, ciruelas, uvas, membrillos, cerezas y moras.

- **Frutas medianamente ricas en pectina y ácidos.**

Manzanas maduras, uvas maduras, frutas maduras en general.

- **Frutas ricas en pectina y pobres en ácidos.**

Melón maduro, higos verdes, membrillos maduros, damasco.

- **Frutas pobres en pectinas y en ácidos.**

Durazno, higo maduro, peras.

- **Frutas con un alto contenido en pectina.**

Grosellas rojas negras y silvestres, lima, limón manzanas, membrillo, naranja amarga.

- **Frutas con un medio contenido en pectina.**

Albaricoque, arándano, fresa, ciruela, frambuesa, mora, zarzamora.

- **Frutas con bajo contenido en pectina.**

Calabacín, cereza, higo, melocotón, melón, nectarina, níspero, piña, plátano, uva, zanahoria

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estudios antes realizados han demostrado que la calidad y rendimiento de la pectina extraída a partir de los diferentes frutos y vegetales, depende de la manipulación de las variables tales como: tiempo, pH y temperatura, dado, que generalmente el tiempo y la temperatura son los mismos en los distintos experimentos realizados se aplica en esta investigación el método analítico-experimental con el fin de mantener constantes las variables antes mencionadas excepto el pH ya que será ajustado a un valor de 1.5 y 2.5, para garantizar una óptima extracción. Y así definir a partir de los resultados, las mejores condiciones de obtención de pectina por el método de hidrólisis ácida, utilizando el HCl como agente extractante.

**Tabla 1.** Variables del experimento.

Variables	Dimensión / Indicador	Clase
pH	Concentración (H <sup>+</sup> )	Variante
Temperatura	T (85°C)	Constante
Tiempo	t (60 min)	Constante

### EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

#### Equipos

- Balanza digital
- Estufa
- Plancha de calentamiento
- Papel tornasol

#### Materiales

- Matraz
- Termómetro
- Vaso de precipitación
- Colador
- Liencillo
- Cápsulas de porcelana
- Mortero
- Vidrio reloj
- Cuchillos

#### Reactivos

- Agua destilada
- Alcohol etanol al 96%
- Ácido clorhídrico (HCl)
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Bisulfito de sodio (NaHSO<sub>3</sub>)
- Nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>)
- Cloruro de Sodio (NaCl)

## Propiedades y uso de los reactivos utilizados

**Agua destilada.**- Es una sustancia cuya composición se basa en la unidad de moléculas de H<sub>2</sub>O, donde se le han eliminado los iones e impurezas mediante destilación. Es utilizada para la producción de ciertos productos alimenticios, cosméticos y farmacéuticos, donde los contaminantes pueden ser peligrosos para la salud humana.

**Alcohol etanol (96%).**- Compuesto químico conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78,4 °C.

Mezclable con agua en cualquier proporción; a la concentración de 96%. En la industria química se utiliza como compuesto de partida en la síntesis de diversos productos, como el acetato de etilo (un disolvente para pegamentos, pinturas, etc.).

**Ácido clorhídrico (HCl).**- Líquido incoloro que humea al aire y posee un olor picante, además de ser muy corrosivo. Puede presentar una tonalidad amarillenta por contener trazas de cloro, hierro o materia orgánica. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa.

### Tiene una variedad de aplicaciones como:

- Decapado de metales en industria metalúrgica.
- Solvente de diferentes químicos y materias primas.
- Reactivo para la elaboración de colorantes y tintas.
- Agente blanqueador de grasas y aceites.
- Reactivo para la elaboración de fertilizantes.
- Acidificante y activador de pozos petroleros.
- En la fabricación de productos varios de limpieza.
- Interviene en el proceso de obtención de la cerveza.
- En el proceso de refinación de aceites.
- Utilizado en el tratamiento de aguas industriales, en la potabilización y ajuste de pH del agua.
- Agente acidificante, neutralizante y reactivo en procesos de teñido, mercerizado e impresión en la industria textil.
- Neutralizante, reductor e intermediario en síntesis orgánicas e inorgánicas en industria química.

**Fenolftaleína.**- En química es utilizado en los análisis de laboratorio como indicador de pH que en soluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de bases toma un color rosado con un punto de viraje entre pH=8,0 (Incoloro) a pH=9,8 (Magenta o rosado). Normalmente se disuelve en alcohol para su uso en experimentos.

**Otros Usos:** La fenolftaleína se utiliza como reactivo en la Prueba de Kastle-Meyer, para detectar trazas de sangre.

**Hidróxido de sodio (NaOH).**- Conocido como hidróxido sódico o soda cáustica, es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire (higroscópico), cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. Por ser una base o álcalis fuerte es comúnmente utilizado a nivel de laboratorio como agente titulante para la determinación del índice de acidez en una sustancia.

En la industria es utilizado para fabricar jabones, rayón, papel, explosivos, pinturas y productos de petróleo. También se usa en el procesamiento de textiles de algodón, lavandería y blanqueado, revestimiento de óxidos, galvanoplastia y extracción electrolítica, además utilizado frecuentemente en limpiadores de desagües y hornos.

**Bisulfito de sodio (NaHSO<sub>3</sub>).**- Llamado bisulfito sódico. Es una sal ácida muy inestable que al reaccionar con el oxígeno se convierte en sulfato de sodio. Tiene varias aplicaciones tales como:

- Utilizado en el blanqueo de tela de algodón y compuestos orgánicos.
- En la industria farmacéutica, para la producción de analgin aminopirina y productos intermedios.
- En productos de calidad alimentaria se utiliza como agente de blanqueo, conservante y antioxidante.
- Además es utilizado en el tratamiento de las aguas residuales que contienen cromo, y como aditivo de galvanoplastia.

**Nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>).**- Es una sal inorgánica mixta en forma de cristales, incolora e inodora pero ligeramente

tóxico.

Este compuesto es muy utilizado para detectar la presencia de cloruro en otras soluciones. Cuando está diluido en agua, reacciona con el cobre formando nitrato de cobre, se filtra y lo que se queda en el filtro es plata. Como incombustible, favorece la formación de incendios por desprendimiento de oxígeno, formando vapores peligrosos. Cloruro de Sodio (NaCl).- Compuesto iónico formado por un catión sodio (Na+) y un anión cloruro (Cl-), y como tal, puede reaccionar para obtener cualquiera de estos dos iones. Como cualquier otro cloruro iónico soluble, precipita cloruros insolubles cuando es agregado a una solución de una sal metálica apropiada como nitrato de plata.

Conocido como sal de mesa, o en su forma mineral halita, es una de las sales responsable de la salinidad del océano y del fluido extracelular de muchos organismos. También es el mayor componente de la sal comestible, comúnmente usada como condimento y conservante de comida.

### LOCALIZACIÓN EXPERIMENTAL

La práctica se llevó a cabo en los laboratorios de Química y Biología del Colegio Fiscomisional "Sagrado Corazón" de la ciudad de Esmeraldas. Los pepinos de la variedad Híbrido Dasher II, fueron cosechados en la Hacienda "La Florencia" ECUAVIVEROS, ubicada en la provincia de Esmeraldas, parroquia Tonchigüe específicamente en el recinto Abdón Calderón.

### PROCEDIMIENTO GENERAL

#### CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima (cáscara de pepino) seleccionada, se caracterizó por medio de las variables tales como

**Tabla 2.** Análisis realizados en la cáscara de pepino Híbrido Dasher II.

Variables de la materia prima			
Variable	Tipo de análisis	Metodología	Unidad
Humedad	Bromatológico	Secado en la estufa a 100°C durante 24 horas	%
Materia Seca	Bromatológico	Diferencia entre el 100% y el porcentaje de humedad	%
Cenizas	Bromatológico	Calcinación a 550°C durante 4 horas	%
Materia orgánica	Bromatológico	Diferencia entre el 100% y el porcentaje de cenizas	%

#### Humedad y materia seca

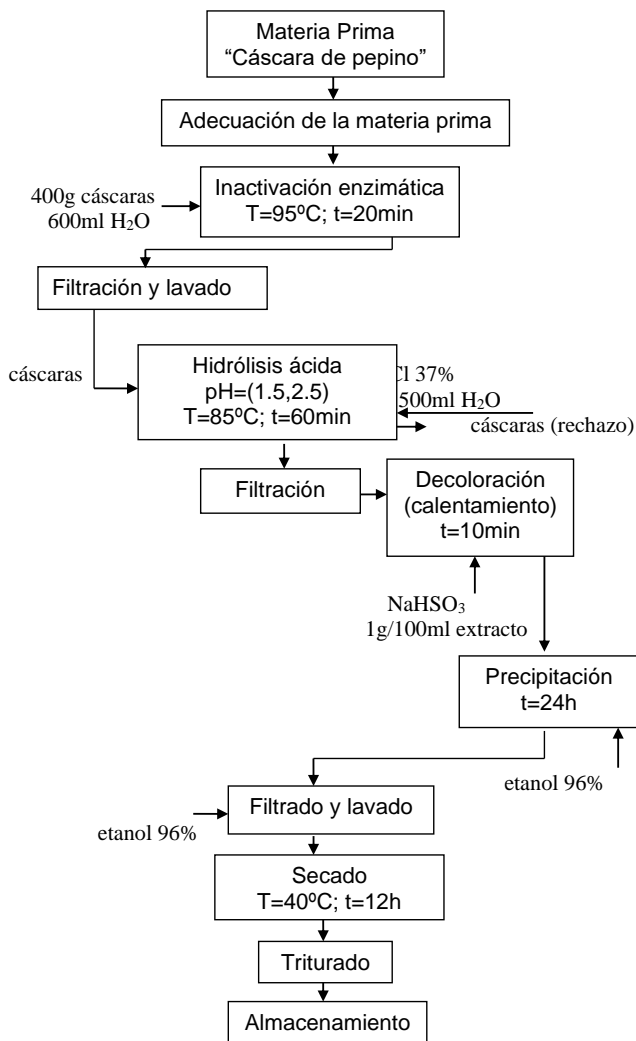
La materia seca o extracto seco es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio. Al mismo tiempo que se extrae toda el agua posible, desaparecen de la muestra componentes orgánicos volátiles como el amoníaco y el alcohol. El procedimiento analítico es el siguiente:

Se colocó en una cápsula previamente pesada 10g de materia prima, luego se coloca en la estufa a una temperatura de 100 °C, durante 24 horas, extrayendo toda la cantidad de líquido existente en la cáscara de pepino; se dejó enfriar en el desecador. El peso obtenido después de la desecación y calculando su porcentaje, representa el extracto seco.

#### Contenido de cenizas y materia orgánica

Las cenizas en los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Para determinar el contenido de cenizas se realizaron los siguientes pasos: Después de haber eliminado mayor cantidad de materia orgánica, la materia seca obtenida se colocó en una mufla a una temperatura de 550°C, durante 4 horas. Luego se dejó enfriar hasta alcanzar una temperatura de 25°C para determinar el porcentaje de cenizas mediante la diferencia de peso.

Figura 1. Diagrama de flujo del Proceso de obtención de pectina.



## PROCESO DE OBTENCIÓN DE PECTINA

### Adecuación de la materia prima

Los pepinos receptados en estado de madurez "verde", una vez lavados con abundante agua destilada y pelados, se procede a seleccionar la materia prima (cáscaras) de excelente calidad, libre de partículas extrañas que puedan influir en las características de la pectina extraída, por ende, afectar las propiedades organolépticas del producto en el cual va a ser validado; para luego cortarla en trozos muy pequeños y así facilitar la inactivación enzimática.

### Inactivación enzimática

El proceso de inactivación enzimática consiste en la desnaturalización por medio del calor, de la enzima presente en la estructura vegetal.

Para lograr la eficiencia del proceso de extracción se inactivan las enzimas pectino-esterasas (enzima responsable de la pérdida de calidad en el producto), colocando la materia prima en agua, es decir, 400g de cáscara en 600ml de agua destilada a una temperatura de 95°C durante 20 minutos y así también contribuir a la eliminación de ciertos microorganismos existentes en la cáscara. Transcurrido el tiempo se deja enfriar, se filtra se lava con agua destilada quedando la materia prima lista para la hidrólisis ácida.

### Hidrólisis ácida

La hidrólisis consiste en la reacción de una molécula orgánica y el agua, rompiendo enlaces covalentes para formar dos moléculas orgánicas con grupos funcionales que incluyen los átomos de la molécula de agua. En general se requiere añadir ácidos o bases fuertes para catalizar la hidrólisis.

Este proceso se lo realizó, colocando 500ml de agua destilada en un vaso de precipitación, se ajusta el pH deseado, es decir 1.5 y 2.5, con ácido clorhídrico (HCl), estos dos pH utilizados en la práctica permitirán determinar cuál es el valor óptimo para obtener mayor rendimiento de pectina. Luego se agrega la materia prima y se somete a calentamiento a una

temperatura de 85°C en un tiempo de 60 minutos, no debe exceder la temperatura ya que la pectina es muy susceptible de degradación a temperaturas altas ni se debe someter a temperaturas muy bajas debido a que no se lograría el rompimiento de los enlaces glucosídicos y así lograr obtener la pectina soluble en agua. Luego filtrar utilizando una tela de liencillo.

### Decoloración

Debido a que el extracto obtenido presentó un cierto grado de turbidez se le agregó bisulfito de sodio ( $\text{NaHSO}_3$ ) en una proporción de 1g/100ml (para obtener una solución totalmente diluida) de extracto para garantizar su blanqueamiento. Este paso se lo realizó en calentamiento a fuego lento, agitando de manera constante aproximadamente 10 minutos y luego se dejó enfriar a temperatura ambiente.

### Precipitación

La precipitación es la reacción química en la cual se va a producir un sólido a partir de líquidos. El extracto ligeramente decolorado es precipitado mediante la adición de alcohol, el cual rápidamente forma coágulos gelatinosos, es decir forma un gel, el mismo que tiene una coloración cremosa.

Para lograr este proceso se le adiciona a la fase acuosa resultante etanol o alcohol etílico al 96%, la cantidad necesaria a utilizar es el 80% del volumen del extracto obtenido, dejando en reposo dicha mezcla durante 24 horas y a temperatura ambiente para facilitar la precipitación de la pectina.

### Filtración y lavado

Para disminuir el líquido aún existente en la pectina obtenida, se filtró utilizando un liencillo y se procedió a lavar varias veces con etanol al 96%, eliminando de esta manera restos de HCl que se encuentren impregnados en la pectina precipitada. Para comprobar que ya no hay presencia de HCl se agrega unas gotas de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) al líquido filtrado hasta que no de reacción positiva al ión  $\text{Cl}^-$ , es decir, hasta que en la solución no se forme cloruro de plata el cual es de color blanco.

### Secado, triturado y almacenamiento

La pectina húmeda filtrada se colocó en la estufa a una temperatura de 40°C durante 12 horas, para luego proceder a triturar mediante un mortero y así homogenizar la pectina seca resultante. Luego se almacena en un lugar seco para evitar que la pectina capte humedad debido a que es de carácter higroscópica. Luego se procede a caracterizar.

## CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA OBTENIDA

Para garantizar la calidad de la pectina extraída, se realizó los siguientes análisis.

Tabla 3. Variables de la pectina extraída.

Variables de la pectina extraída			
Variables	Tipo de análisis	Metodología	Unidad
pH	Fisicoquímico	Papel tornasol	( $\text{H}^+$ )
Índice de acidez	Químico	Titulación con NaOH al 0.1N	%
Índice de metoxilo	Químico	Titulación con NaOH al 0.1N	%
Grado de esterificación	Químico	Titulación con NaOH al 0.1N	%
Cenizas	Bromatológico	Calcinación a 600°C durante 4 horas	%
Humedad	Bromatológico	Secado a 100°C durante 24 horas	%

### Índice de acidez

El grado o índice de acidez, se refiere a la proporción de ácidos libres contenido en la pectina. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico como el hidróxido de sodio.

Se pesa 0.5g de pectina y se le adiciona 5ml de alcohol para humedecerla, 100ml de agua destilada, 1g de cloruro de sodio (permite neutralizar la solución) y 2 gotas de fenolftaleína, agitar durante 5 minutos para su posterior titulación con NaOH en una concentración de 0.1 N, hasta presenciar un color rosado el cual debe persistir aproximadamente 30 segundos.

### pH



Para medir la concentración de iones hidronio presente en la disolución, es decir, el grado de acidez o basicidad que esta posee, se pesó 0.5g de pectina para luego adicionar 50ml de agua destilada y agitar por 5 minutos, luego se procede a medir el pH con papel tornasol.

**Contenido de humedad**

Se seca y se pesa la cápsula vacía, después se pesa 1 g de pectina, y se coloca al horno durante 24 horas a una temperatura de 100°C para luego dejar enfriar en el desecador y llevar a peso constante para determinar la humedad.

**Contenido de cenizas**

Se seca y se pesa la cápsula vacía, se coloca 1 gramo de pectina, colocar en una mufla a temperatura de 600°C durante 4 horas hasta la aparición de las cenizas de color gris claro, luego enfriar y llevar a peso constante.

**Grupo metoxilo y grado de esterificación**

A la solución neutralizada que determinó el índice de acidez se le agrega 25ml de NaOH en una concentración 0.25N se agita fuertemente, luego se deja reposar por 30 minutos en un frasco tapado a temperatura ambiente con el fin de desterificar la pectina. Transcurrido el tiempo se le agrega la cantidad equivalente de ácido clorhídrico en una concentración de 0.25N para neutralizar la soda adicionada, es decir, volver a la solución de color amarillo. Después se agrega 2 gotas de fenolftaleína, se agita y volvemos a titular con solución de hidróxido de sodio 0.1N hasta volver a presenciar el color rosa, registrando el valor consumido, valor que permitirá determinar el grado de esterificación.

El grado de esterificación se determina dividiendo los mili-equivalentes del hidróxido de sodio gastados en la determinación del contenido de metoxilo por la suma de los mili-equivalentes de hidróxido de sodio gastados en la determinación del índice de acidez y los gastados en el contenido de metoxilo, multiplicando el total por 100.

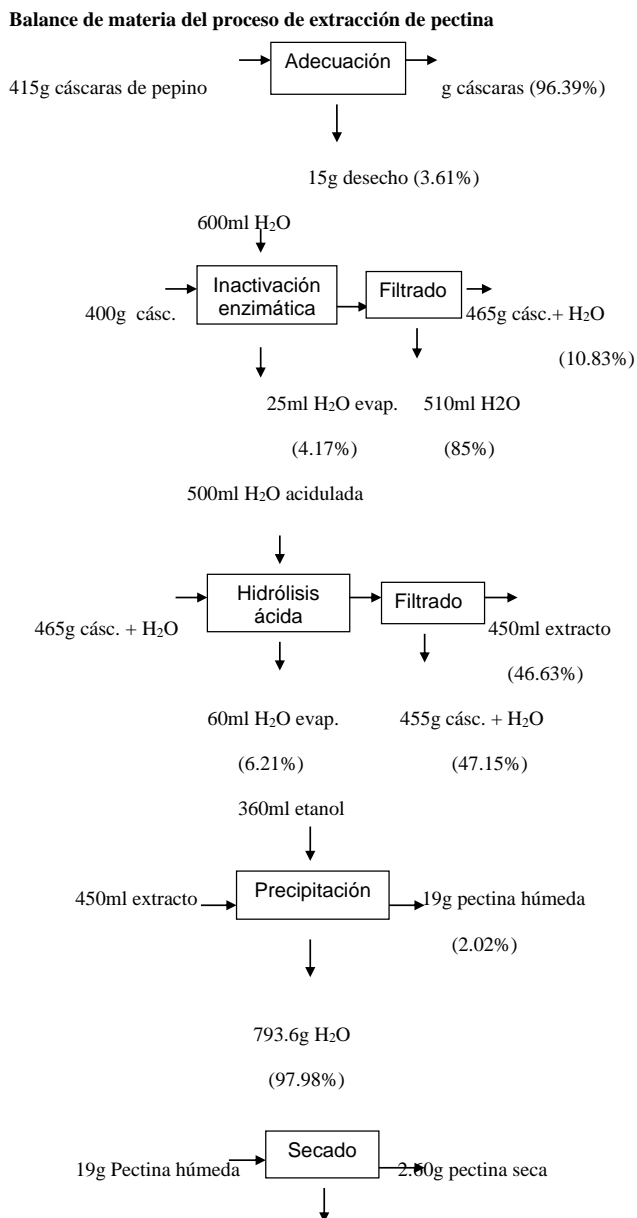
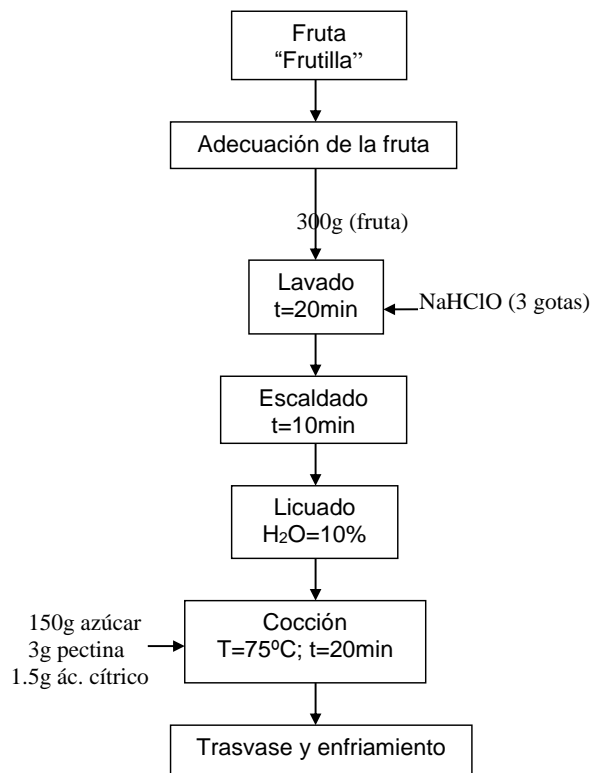


Figura 1. Diagrama de flujo. Elaboración de la compota de frutilla.



### APLICACIÓN DE LA PECTINA EN LA COMPOTA

La cantidad de pectina a usar es variable según el poder gelificante de ésta y la fruta que se emplea en la elaboración de la compota. Debido a la difícil disolución de la pectina se debe usar un poco de agua caliente y tener cuidado de no quitarle su propiedad gelificante por un exceso de temperatura con el agregado del agua. De la misma manera, si se agrega la pectina mucho antes de que el dulce esté listo, también se corre el riesgo que la pectina pierda fuerza de gelación por el exceso de tiempo de cocción.

#### Defectos en la elaboración de la compota

##### Compota floja

- Cocción prolongada que origina hidrólisis en la pectina.
- Acidez baja que evita la buena gelificación de la pectina.
- Elevada cantidad de sales que retrasan o impiden la gelificación.
- Carencia de pectina en compota.
- Elevada cantidad de azúcar en relación a la cantidad de pectina.
- Acidez elevada que rompe el sistema de redes, provocando la sinéresis del gel.

##### Compota llorosa (sinéresis)

Contrario a la gelificación el agua atrapada es exudada o expulsada, por lo que el gel pasa de ser una sustancia homogénea a una segregación de componentes sólidos separados y contenidos en la fase líquida, el cual se produce por compresión del gel.

- Deficiencia de pectina.
- Exceso de agua en la fruta.
- Exceso de azúcar invertido.

##### Cristalización del azúcar

- Elevada cantidad de azúcar.
- Acidez muy elevada que ocasiona alta inversión de sacarosa. originando cristalización de dextrosa por su alta concentración.

- Acidez muy baja que origina la cristalización de la sacarosa.
- Exceso de cocción.
- Demora del cierre del envase.

**Cambios de color**

- Cocción prolongada que causa la caramelización.
- Deficiente enfriamiento luego del envasado

**Crecimiento de microorganismos**

- Humedad excesiva en el almacenamiento.
- Contaminación anterior al cierre de los envases.
- Bajo contenido de sólidos solubles, debajo del 65%.
- Contaminación debido a la mala esterilización de envases y de las tapas utilizadas.

**Descripción del flujo de operaciones**

- Se seleccionó la fruta fresca, materia prima de excelente calidad.
- La fruta previamente seleccionada tuvo un peso de 300g.
- Se sumergió en agua con hipoclorito de sodio (3 gotas por litro de agua), manteniendo en remojo durante unos 20 minutos. Luego se lavó con abundante agua potable.
- Se realizó el escaldado con agua sometiendo al fuego durante 10 minutos.
- Luego se licuó las frutas adicionando el 10% de agua para facilitar el licuado.
- Se sometió a cocción a presión atmosférica en una olla abierta a una temperatura de 75°C durante 20 minutos a fuego lento. La cantidad de agua a añadir dependerá del nivel de maduración de la fruta, si cuanto más madura sea la fruta menos agua se utilizará para cocerla.
- Cuando el volumen se redujo en un tercio aproximadamente. Se adicionó 150g de azúcar, 3g de pectina y 1.5g de ácido cítrico. La cocción y adición de aditivos tiene mayor importancia sobre la calidad de la compota. Un tiempo de cocción corto es de gran importancia para conservar el color y sabor natural de la fruta.
- Se agita hasta homogenizar la mezcla y se lleva a punto de ebullición rápidamente. Se trasvasa en otro recipiente para evitar la sobre cocción.
- Se dejó en reposo y se procedió a realizarle los análisis sensoriales.

**RESULTADOS**

**ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA MATERIA PRIMA**

**Humedad y Cenizas**

$$(P. cáps.+ m. fresca) - (P. cáps. con m. seca)$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$$

Peso de la muestra fresca

$$\% \text{ de Materia Seca (M.S)} = 100\% - \% \text{ Humedad}$$

**Tabla 4. Datos para calcular humedad en la materia prima.**

Datos de Humedad			
Muestra	Peso cápsula vacía (g)	Peso muestra fresca (g)	Peso cápsula con materia seca (g)
1	64.9575	10.0114	65.6082
2	61.1621	10.4348	61.6107
3	65.4164	10.2205	65.9069

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P. cáps. con ceniza - P. cáps. vacía}{\text{---}} \times 100$$

Peso muestra seca

$$\% \text{ de materia orgánica} = 100 - \% \text{ Cenizas}$$

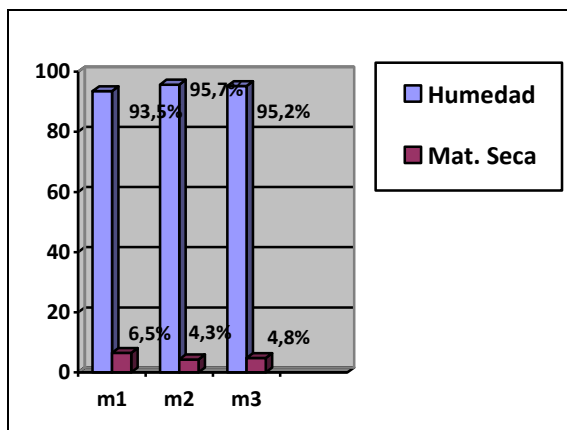
Tabla 5. Datos para calcular cenizas en la materia prima.

Datos de Cenizas				
Muestra	Peso cápsula vacía (g)	Peso muestra seca (g)	Peso cápsula con cenizas (g)	
1	64,8916	0.6507	64,9853	
2	64,9942	0.4487	65,0497	
3	66.0577	0.4905	66.1221	

Tabla 6. Resultados de las Variables de la Materia Prima.

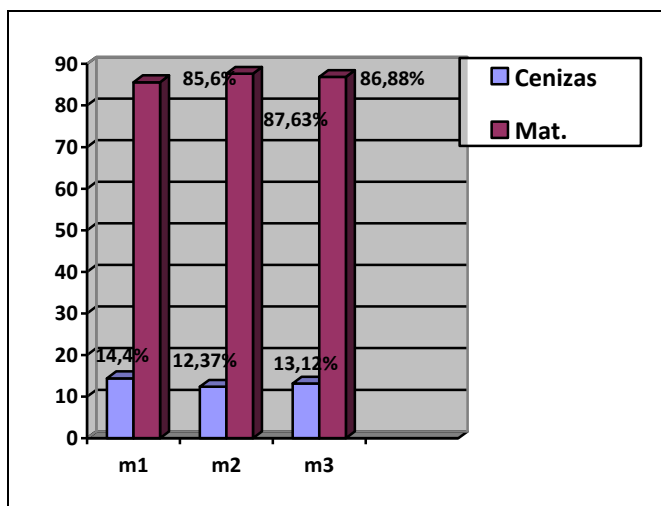
Muestras	VARIABLES BROMATOLÓGICAS			
	Humedad (%H)	Materia Seca (%MS)	Cenizas (%Cz)	Materia Orgánica (%MO)
Muestra 1	93.5	6.5	14.4	85.60
Muestra 2	95.7	4.3	12.37	87.63
Muestra 3	95.2	4.8	13.12	86.88
Promedio	94.8	5.2	13.3	86.70
Desv. Estándar	1.15	1.15	1.03	1.03

Figura 1. Porcentajes de Humedad y Materia Seca.



En la tabla 11 se evidencia que la muestra 1, obtuvo mayor porcentaje de concentración de materia seca, con una humedad de 93.5%, en relación con las muestras 2 y 3, siendo el promedio de la materia seca analizada 5.2% con una desviación estándar de 1.15% se puede dar alta confiabilidad en el análisis. A pesar que esta muestra contiene un porcentaje de humedad menor a las otras, con una mínima diferencia se considera dentro del contenido de humedad que posee el pepino el cual oscila entre 95-97%.

Figura 2. Porcentajes de Cenizas y Materia Orgánica.



La cantidad de residuos inorgánicos presentes en las muestras, después de haber calcinado la materia orgánica (cáscaras de pepino) es expresada como porcentaje de cenizas, en la tabla 11 están plasmados los porcentajes presentes en las muestras analizadas, al no tener datos como referencia para comparar los resultados obtenidos y al evidenciarse mínimas diferencias en las 3 muestras se da credibilidad a los resultados.

### ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LA PECTINA EXTRAÍDA

#### Rendimiento

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{(w_2)}{(w_1)} \times 100$$

Donde:

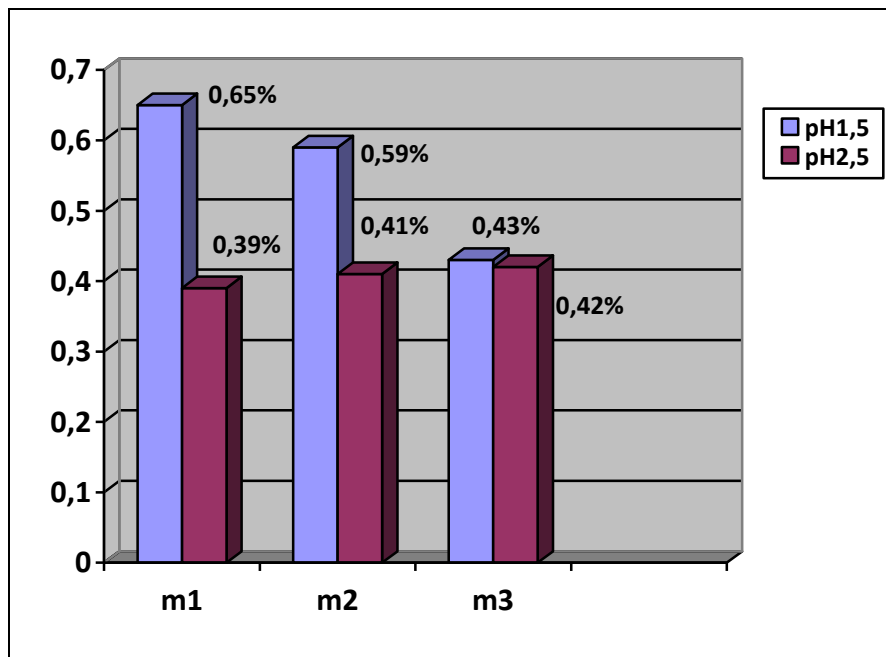
W<sub>1</sub>= peso materia prima

W<sub>2</sub>= peso pectina seca

Tabla 1. Rendimiento de pectina extraída de la cáscara de pepino.

Parámetros	Muestra	Materia prima (g)	Pectina Húmeda (g)	Pectina Seca (g)	Rendimiento pectina (%)
T = 85°C t = 60 min pH 1.5	1	400.50	19	2.60	0.65
	2	400.95	16.3	2.35	0.59
	3	401.35	14.6	1.73	0.43
T = 85°C t = 60 min pH 2.5	1	400.35	11.4	1.57	0.39
	2	401.05	27.6	1.66	0.41
	3	400.12	16.6	1.68	0.42

Figura 3. Rendimiento de pectina.



A temperatura y tiempo constante, y con disminución de pH (1.5) se obtuvo mayor rendimiento de pectina. Este experimento fue propuesto debido a que en resultados encontrados anteriormente en cuanto a la obtención de pectina a partir de diferentes fuentes, se determinó que las condiciones óptimas para extraer pectina, convirtiendo la protopectina insoluble en pectina soluble en agua es, a una temperatura de 85°C (para evitar hidrolizar la pectina extraída y disminuir su rendimiento) por un tiempo de 60 minutos y pH totalmente ácido, debido a que la protopectina al estar en medio ácido sus heteroátomos se protonan adquiriendo cargas positivas.

Se realizó 3 réplicas para cada pH con el fin de descartar error alguno, y se evidencia que la dosis de reactivo que entregó mejor rendimiento corresponde al pH 1.5 en comparación con las muestras extraídas a pH 2.5. Rendimiento total que oscila entre 0.39% a 0.65 %.

A pesar de haber obtenido mayor cantidad de pectina bajo las condiciones que se consideraron óptimas, se determinó el bajo nivel de pectina que contiene la cáscara de pepino de la variedad Híbrido Dasher II, en comparación con el resultado del rendimiento obtenido en experimentos antes realizados con diferentes fuentes de obtención de pectina. Esto indica que las condiciones de extracción evaluadas o la composición química del pepino fueron los factores que afectaron en el rendimiento.

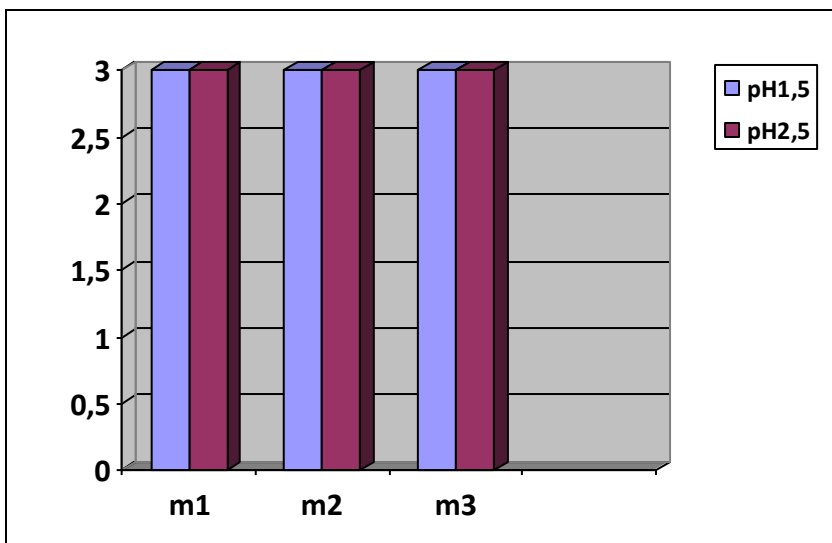
pH

El pH es una medida de concentración de iones hidronio [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] que indican la acidez o alcalinidad de una determinada sustancia. La pectina es un ácido con pK (fuerza que tienen las moléculas de disociarse, es el logaritmo negativo de la constante de disociación ácida de un ácido débil) de aproximadamente 3.5, al bajar el pH y aumentar el porcentaje del grupo ácido disociado la pectina se hará más hidrofílica aumentando así su poder de gelificación.

**Tabla 7.** Determinación de pH de la pectina extraída.

Parámetros	Muestras	[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ]
pH= 1.5	1	3
	2	3
	3	3
pH= 2.5	1	3
	2	3
	3	3

**Figura 4.** Resultados de pH.



En la tabla 13 se evidencia que el valor del pH obtenido para todas las muestras es 3, debido a que fue determinado con papel tornasol método que da resultados aproximados, esto significa que el pH de dichas muestras estaría en un rango de 3 a 4. Dichos valores reportados en esta investigación y con previa revisión de la literatura al no existir dato alguno para la comparación del pH de pectina extraída de la cáscara de pepino, se establece una correlación con la pectina comercial que presenta un pH de 3.5 reportada por Grünauer (2009), dando confiabilidad en los resultados.

**Índice de Acidez (I.A)**

La acidez de una sustancia se expresa como el porcentaje del ácido predominante en la muestra, sea como porcentaje de ácido cítrico, málico, láctico entre otros. Para este estudio se presenta el índice de acidez en % de ácido galacturónico determinado por la valoración con un reactivo básico muy fuerte como es el NaOH.

$$\text{Acidez} = \frac{N * \text{vol. NaOH (ml)} * 31}{\text{Peso de la muestra (mg)}}$$

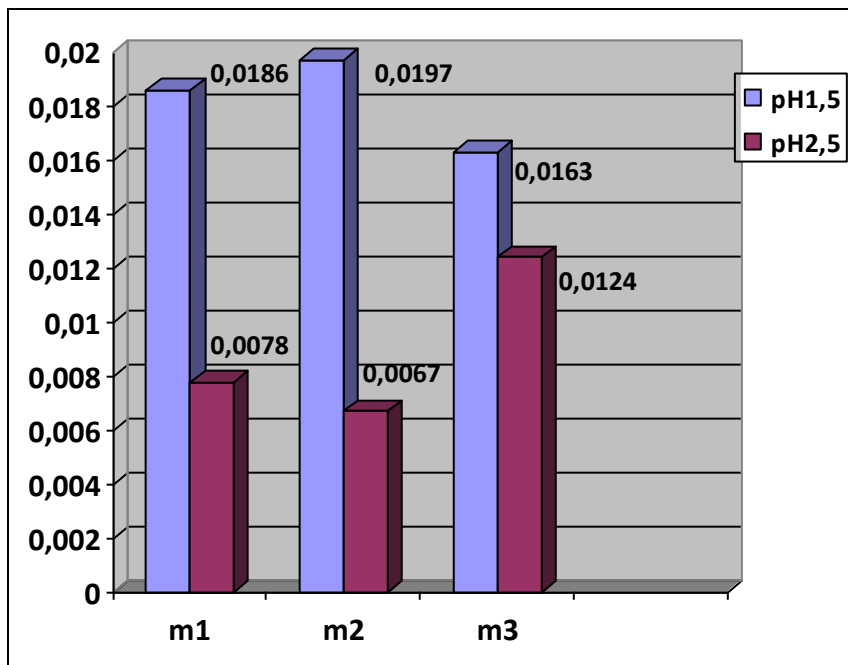
Tabla 8. Datos para calcular índice de acidez.

Parámetros	Muestra	Volumen consumido (ml)
pH= 1.5	1	3.3
	2	3.5
	3	2.9
pH= 2.5	1	1.4
	2	1.2
	3	2.2

Tabla 9. Índice de acidez de la pectina extraída.

Parámetros	Muestras	Acidez (meq Carboxilos Libres/g)
pH= 1.5	1	0.0186
	2	0.0197
	3	0.0163
pH= 2.5	1	0.0078
	2	0.0067
	3	0.0124

Figura 5. Resultados del Índice de acidez.



El estado de madurez evaluada y las condiciones físicas de las cáscaras de pepino usadas para la extracción de pectina, no afectó de manera significativa el valor de la acidez libre. En la tabla N°7 se muestran los resultados, en el que se confirmó la alta incidencia del método ácido en la determinación de la acidez, provocada por la fuerte acción hidrolizante del agente extractante (ácido clorhídrico), debido a que el valor de la acidez desciende al incrementar el pH, lo cual se considera razonable ya que en condiciones de pH inferiores se favorece la hidrólisis, esto puede ser al cambio de la naturaleza química de los grupos carboxilos presentes en los compuestos de pectina, disminuyendo sus ésteres y aumentando su presencia como grupos ácidos.

### Metoxilo y Grado de Esterificación

El metoxilo es un grupo funcional o radical consistente en un grupo metilo unido a un oxígeno. Tiene la fórmula:  $-O-CH_3$ . El grado de metilación contribuye por un lado a regular la velocidad de gelificación y también es responsable de algunas propiedades organolépticas de los geles pectina-azúcar, ácido que forman las pectinas de alto metoxilo.

Son consideradas pectinas de alto metoxilo, aquellas que tienen un porcentaje superior al 7%. Su grado de esterificación es muy importante, razón por la cual las pectinas comerciales se han dividido en dos grandes grupos: las consideradas como de alto metoxilo, que contienen de 50 a 80% de sus grupos carboxilo de manera esterificada y las de bajo metoxilo que solo presentan menos del 50% de esterificación. Cabe aclarar que, si se tuviera una pectina con 100% de metoxilación, sería más bien una protopectina; por lo contrario, si la metoxilación es de 0%, sería un ácido péctico.

$$\% \text{ metoxilo} = \frac{\text{meq. NaOH} * 31 * 100}{\text{Peso de la muestra (mg)}}$$

$$\% \text{ esterificación} = \frac{\text{meq. NaOH (contenido de metoxilo)}}{\text{meq. NaOH (acidez libre) + meq. NaOH (cont. de metoxilo)}} * 100$$

Tabla 10. Datos para calcular contenido metoxilo.

Parámetros	Muestras	Vol. consumido para metoxilo (ml)
pH= 1.5	1	0.4
	2	0.3
	3	0.6
pH= 2.5	1	0.3
	2	0.2
	3	0.5

Tabla 11. Contenido de Metoxilo y Grado de Esterificación.

Parámetros	Muestras	Contenido de Metoxilo (%)	Grado de Esterificación (%)
pH= 1.5	1	2.48	10.81
	2	1.86	7.89
	3	3.72	17.14
pH= 2.5	1	1.86	17.65
	2	1.24	14.29
	3	3.1	18.52

Figura 6. Porcentajes de Metoxilo.

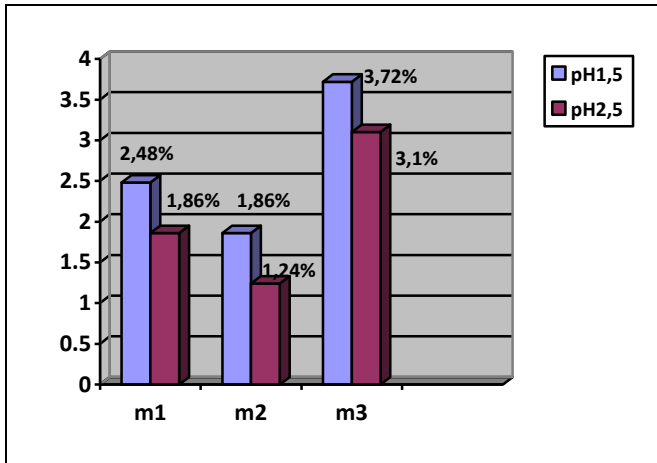
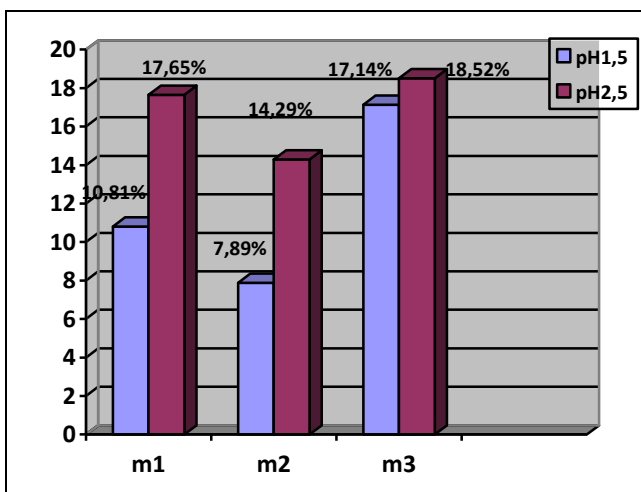


Figura 7. Porcentajes del Grado de Esterificación.





En la tabla 17 se evidencia los resultados obtenidos en el contenido de metoxilo, el cual oscilan entre 1.24% - 3.72%, obteniendo mayor contenido de metoxilo en la muestra 3 a pH 1.5. Los valores del grado de esterificación se encuentran entre 18.52% - 7.89%, siendo la muestra 3 a pH 2.5 quien posee el mayor porcentaje de ácido galacturónico esterificado.

Estos resultados permiten clasificar a la pectina extraída a partir de la cáscara de pepino como pectina de bajo metoxilo, debido a que tienen un contenido de metoxilo inferior al 7% y un grado de esterificación menor al 50%, es decir, que menos del 50% de los grupos carboxilo del ácido galacturónico del polímero se encuentra esterificado con metanol.

### Humedad y Cenizas

Las cenizas obtenidas no deben tener necesariamente la misma composición de la materia mineral presente en el alimento original, ya que pueden existir pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los componentes del alimento. Las muestras fueron calcinadas una vez que se eliminó el contenido de humedad presente en la pectina, y todas fueron sometidas a las mismas condiciones de temperatura y tiempo.

**Tabla 12.** Datos para calcular humedad en la pectina extraída.

Parámetros	Muestra	Peso cápsula vacía (g)	Peso de pectina seca (g)	Peso de cápsula con muestra (g)
pH= 1.5	1	28.18	1.02	29.12
	2	28.60	1.13	29.66
	3	27.70	1.20	28.33
pH=21.5	1	57.46	1.01	58.38
	2	59.50	1.05	60.44
	3	27.72	1.01	28.66

**Tabla 13.** Datos para calcular cenizas en la pectina extraída.

Parámetros	Muestra	Peso cápsula vacía (g)	Peso de cápsula con muestra (g)	Peso de la pectina seca (g)
pH= 1.5	1	64.84	64.87	0.94
	2	27.09	27.14	1.06
	3	57.40	57.46	1.13
pH=21.5	1	75.10	75.12	0.92
	2	61.43	61.45	0.94
	3	28.59	28.60	0.94

**Tabla 14.** Contenido de humedad y cenizas en la pectina extraída.

Parámetros	Muestras	Humedad (%)	Cenizas (%)
pH= 1.5	1	7.84	3.19
	2	6.19	4.72
	3	5.83	5.30
pH= 2.5	1	8.91	2.17
	2	10.48	2.13
	3	6.93	1.06

**Figura 8.** Porcentajes de Humedad de la pectina.

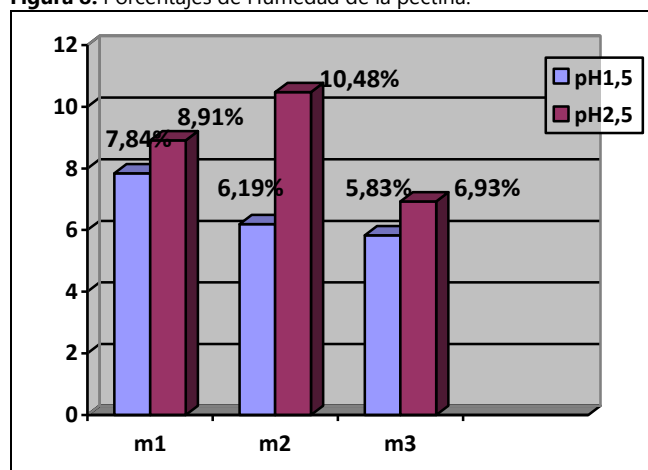
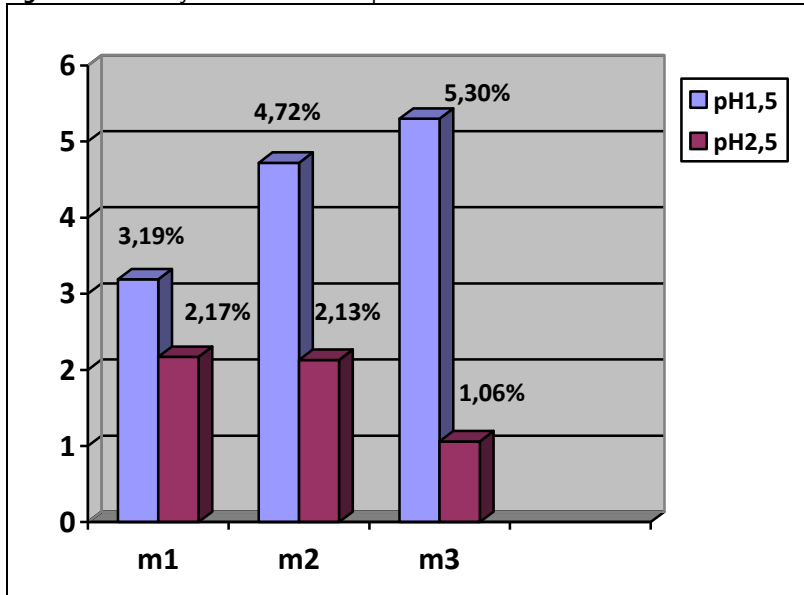


Figura 9. Porcentajes de Cenizas de la pectina.



Los resultados de humedad obtenidos de la pectina extraída con diferentes pH están entre 5.83% y 10.48%, valores que se encuentran dentro del límite máximo de humedad que debe tener la pectina el cual es del 10%.

En cuanto al porcentaje de cenizas obtenido, se encuentra alrededor de 1.06% - 5.30%, siendo su máximo permisible 6%, evidenciándose que el contenido de cenizas mayor se encuentra en la muestra 3 a pH 1.5.

Estos resultados arrojados, al compararlo con el contenido de humedad y cenizas de una pectina industrializada permiten dar absoluta confiabilidad a sus análisis.

### VALIDACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA EN LA COMPOTA

#### Análisis Físicoquímico y Sensorial

La evaluación sensorial es innata en el hombre ya que desde el momento que se prueba algún alimento, se hace un juicio acerca de él, si le gusta o disgusta, describe y reconoce sus características de sabor, olor, color y textura. Evaluando de esta manera su calidad y emitiendo resultado objetivo más no subjetivo. Uno de los órganos sensoriales más importante es la vista, ya está determina si desea o no ingerir el alimento según su apariencia. El olor influye en el placer de ingerir o no el alimento, de esta prueba al igual que la de la apariencia se puede determinar la calidad del producto.

El gusto determina la calidad del alimento en cuanto al sabor. El gusto reside en la lengua, en su superficie hay pequeñas proyecciones o papilas gustativas, en donde la comida hace mayor contacto durante la masticación o deglución de los alimentos. En general el análisis se realiza con el fin de encontrar la fórmula adecuada que le agrade al consumidor, buscando también la calidad, e higiene del alimento para que tenga éxito en su aceptabilidad.

Tabla 15. Resultado del análisis organoléptico de la pectina.

Análisis Organolépticos	Pectina Comercial	Pectina extraída con HCl
Color	beige-amarilla	Verde
Olor	agradable	agradable
Sabor	agri-dulce	agri-dulce
Textura	fina	semi-gruesa
Apariencia	buena	regular

Se realizó los análisis correspondientes a la compota tales como:

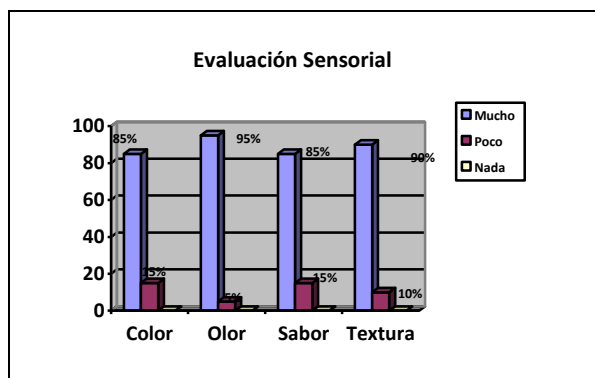
- pH
- Propiedades organolépticas del producto

Tabla 16. Parámetros de la evaluación sensorial.

Parámetros	Características Organolépticas			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Mucho				
Poco				
Nada				

El producto elaborado obtuvo un pH 4, valor considerado óptimo para una compota. Para la evaluación sensorial del producto se realizó mediante una encuesta a 20 personas no experimentadas, presentando los siguientes resultados.

**Figura 10. Porcentajes de la Evaluación Sensorial.**



Con los resultados obtenidos en la evaluación sensorial por parte de los 20 panelistas, se puede dar las siguientes conclusiones:

- Se dieron 3 opciones para evaluar cada característica organoléptica, como muestra en la tabla 22, donde:
- El color de la compota tuvo mucha aceptación por el 85% de los panelistas evaluados, quedando solo un 15% con poca aceptación.
- De la misma manera el olor tuvo aceptación por el 95% y poca por el 5%.
- En cuanto al sabor el 85% le dio mucha aceptación y el 15% muy poca.
- La característica organoléptica más importante a evaluar en este test, debido que permitió validar la pectina obtenida a partir de la cáscara de pepino propuesta en este trabajo de investigación, es la textura, quien tuvo mucha aceptación por el 90% de los panelistas quedando solo un 10% con poca aceptación.

Estos resultados evidencian la buena calidad de la pectina extraída y la gran aceptabilidad del producto en la que fue validada.

## CONCLUSIONES

El experimento realizado a nivel de laboratorio y con los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación han demostrado que es posible extraer pectina a partir de la cáscara de pepino de la variedad Híbrido Dasher II.

En cuanto al rendimiento obtenido siendo el mayor porcentaje 0.65% de pectina seca, se determina que no habrá rentabilidad al utilizar esta materia prima para la extracción de pectina, ya que no logrará competir con las fuentes de extracción utilizadas a nivel industrial, razón que impide dar valor agregado a este vegetal. Con el propósito de conocer las óptimas condiciones del proceso de obtención y las influencias que las variaciones en ellas puedan causar sobre la calidad y rendimiento de la pectina, se llevó a cabo esta investigación a tiempo y temperatura constante, con variación de pH, comprobando que mientras más ácido sea el pH se produce un incremento del rendimiento de la pectina extraída, debido a que se hidrolizan los enlaces glucosídicos de la protopectina convirtiéndola en pectina soluble.

Para evaluar la naturaleza de la pectina se tiene en cuenta prioritariamente el contenido de metoxilo y grado de esterificación. Es por esto que el bajo contenido de metoxilo y del grado de esterificación obtenido en los análisis de la pectina extraída en esta investigación, permite clasificar a este aditivo como pectina de bajo metoxilo, motivo por el cual puede visualizarle una variedad de aplicaciones en la industria de los alimentos dietéticos. La compota de frutilla elaborada con la pectina extraída, en esta investigación obtuvo una textura de gel estable con mínimas diferencias ante una compota comercial, característica que permitió obtener resultados positivos en las pruebas sensoriales resaltadas por los panelistas.

## REFERENCIAS

- Abzueta D. Isabel Cristina, et al., (2012). Extracción de Pectina de Alto Metoxilo a partir de Cáscara de Parchita para la Producción de Mermelada. Universidad de los Andes Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Química, Mérida Edo Mérida.
- Aceves J.L, Argott J, Ceja M.G, León M.J. (1987). Extracción y Caracterización de la Pectina de Tejocote (*Crataegus-mexicana*) y Cáscara de Limón (*Citrus sp.*). Departamento de Ingeniería Bioquímica. Instituto Politécnico Nacional México, D.F.
- Aguirre S., Llumiquinga M. (2007). Comparación de tres híbridos de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) bajo dos métodos de manejo y sistemas de cultivo, para la agroindustria de pickles". (PUCE – SI). Ibarra.
- Calderón E., & Matos A. (2011). Fuentes para la extracción de pectina y su aplicación en la industria. Perú-UPEU.
- Cortes L., Caro M. (2012). Extracción de Pectina a partir de la cáscara de Plátano (*Musa AAB*, subgrupo plátano) clon Hartón con aplicación en la mermelada de kiwi. Ingeniería en Alimentos-UNAD. Bogotá.
- Grünauer C. (2009). Influencia del Secado sobre la Captación de Agua de Pectina extraída a partir del *Citrus x Aurantifolia Swingle*. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil-Ecuador. ESPOL
- Lucas P. (2012). Estudio comparativo de la extracción de pectina a partir de la cáscara de cacao (*Theobroma Cacao L.*). UTE-Quevedo.
- Muñoz F. (2011). Extracción y Caracterización de la Pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de Cocona (*Solanum sessiliflorum*), en diferentes grados de madurez; a nivel de planta piloto. Bogotá D.C.
- Rivadeneira, M. P. Cáceres. (2009). Extracción de Pectina Líquida a Partir de Cáscaras de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y su Aplicación en el Desarrollo de un Producto de Humedad. Guayaquil-ESPOL