



OBTENCIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARA DE MARACUYÁ MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA

Augusto Guidi 1

Magaly Zyla Arandia Quiroga 2

OBJETIVO

Proponer el método para la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*), mediante Hidrólisis Ácida.

DESARROLLO

El desarrollo del trabajo de investigación se llevó a cabo en tres fases:

Primera fase: Consistió principalmente en recabar información respecto al fruto de maracuyá, la pectina y los métodos utilizados para extraer pectina puntualizando en la hidrólisis ácida.

El fruto de maracuyá

El fruto del maracuyá es una baya, de forma globosa u ovoide, con un diámetro de 4–8 cm de ancho y de 6–8 cm de largo; la base y el ápice son redondeados; la corteza es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 3 mm de espesor (1); protege un mesocarpo duro, carnoso y escamoso, formado por una serie de 5 capas de células en el interior, en el cual se encuentran innumerables semillas de forma oval achatada, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginoso) que contiene un jugo aromático, donde se encuentran las vitaminas y otros nutrientes (1) (2).

Un fruto maduro está constituido proporcionalmente así: cáscara 50-60%, jugo 30-40% y semilla 10-15% (2). En 1953, Sherman indicó que la cantidad de pectina en la cáscara de maracuyá es del 20% en materia seca (3).

La pectina

La pectina es un polisacárido con una estructura complicada, que contiene al menos 65% ácido galacturónico (AGal).

Tres estructuras están involucrados en la formación de la molécula de la pectina (Figura 1):

- Estructura formada por homogalacturanos (que consiste en una unión $1\rightarrow4$ α -D-AGal),
- Estructura formada por xilogalacturanos (que consiste en la unión de xilosa y ácido galacturónico). Tanto los homogalacturanos como los xilogalacturanos son considerados la sección lisa de la pectina.
- La última estructura está formada por ramnogalacturonanos (que son la sección ramificada de la pectina). La estructura de los ramnogalacturonanos consiste en unidades de ácido galacturónico y ramnosa (Rha), a los cuales van unidas cadenas de arabinosa (Ara), galactosa (Gal) (4) (5).

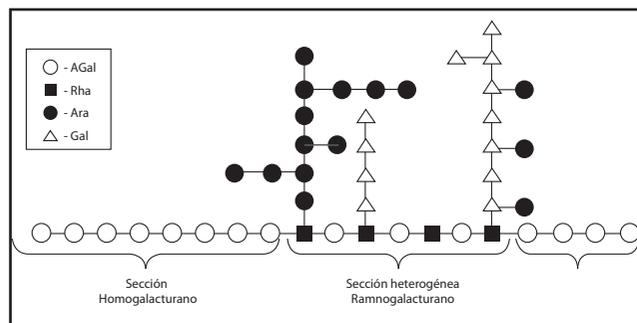
1. Ingeniero

Docente Universidad del Valle

2. Estudiante Ingeniería Industrias Alimentarias (Décimo semestre)

Universidad del Valle

**FIGURA N° 1
ESTRUCTURA DE LA PECTINA**



Fuente: (6)

La Hidrólisis Ácida

Existen muchos procesos patentados para obtener pectinas; en cada uno de ellos, se obtienen productos de diferente calidad; así sus aplicaciones dependen mucho del método de obtención (7). Esto es entendible considerando la complejidad estructural y la variación natural de estos polisacáridos de las plantas, que dependen por ejemplo de la especie, condiciones de maduración y del tipo de almacenamiento (8). En resumen, la materia prima es suspendida en agua caliente con la cantidad necesaria de un ácido fuerte. Después de un tiempo, la solución resultante es retirada de los sólidos no solubles mediante la filtración; luego, se mezcla con alcohol, cuando la pectina precipita. El precipitado es extraído y se purifica lavando en más alcohol; finalmente, es secado y molido (9).

Segunda fase: Consistió en realizar la experimentación aplicando el diseño experimental factorial para determinar la combinación factores (temperatura, tiempo y concentración del ácido cítrico) donde se obtuviera mayor rendimiento. También se realizó la caracterización del producto en el que el rendimiento fue mayor. El procedimiento fue el de pesar la cáscara de maracuyá (75g) se lavó, y se realizó el picado en cubos de 1,5 cm de lado aproximadamente; luego, se sumergió en agua a una relación 1:4 y a una temperatura de 60-65°C, por 10 minutos. Se tamizó utilizando un tamiz, luego se realizó la Hidrólisis Ácida añadiendo agua (1:3 m:v) a una concentración 0.0045-0.15M, a una temperatura de 50-80°C por 10 ó 60 minutos. Posteriormente, se filtró eliminando la cáscara y reteniendo el líquido, el cual se centrifugó a una velocidad de 3000rpm durante 30 minutos; se retuvo el líquido superior y se enfrió hasta alcanzar 4°C para precipitar con alcohol (V/O.096) durante una hora. Ya pasada la hora se filtró y se prensó, reteniendo el precipitado y eliminando toda la cantidad posible de líquido; luego,

se colocaron en las bandejas de secado llevando a una temperatura de 60°C durante 8 horas o hasta que el peso sea constante. Ya seco, se molió y se registró el peso.

Con el diseño factorial, se pudo determinar los factores que tenían mayor efecto en el rendimiento, al igual que la interacción entre dos o tres factores. En la caracterización, se procedió con la determinación de la humedad, del contenido de materia seca, de cenizas, el pH, la acidez, el grado de esterificación y el tiempo y temperatura de gelificación. La combinación de factores que da mayor rendimiento (8.59%) es cuando la concentración es de 0.0045 M de Ácido Cítrico, por un tiempo de 10 minutos a una temperatura de 50°C., considerando que la temperatura y el tiempo tienen mayor efecto significativo en el rendimiento.

Esta combinación da como resultado una pectina de 33% DE (grado de esterificación), con una humedad de 9%, contenido de materia seca de 90%, cenizas 1.4%, acidez libre 0.7, un pH=8, y el tiempo de gelificación y temperatura de 14 minutos a 65°C respectivamente, con las características cualitativas de ser insolubles en alcohol, solubles en agua y formar un precipitado al agregar alcohol a una relación 1 a 100.

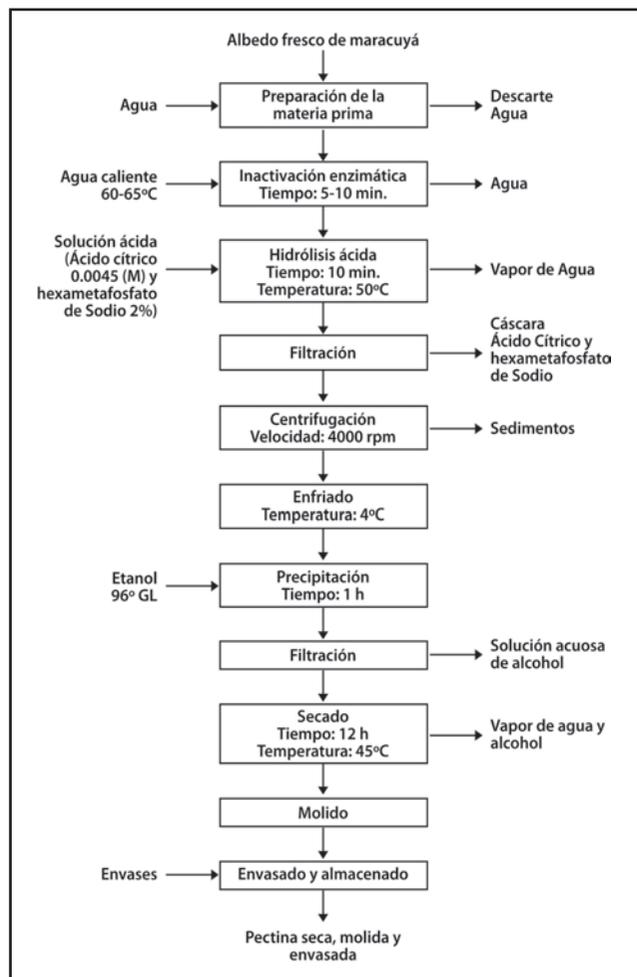
Tercera fase: Consistió en la propuesta del método de extracción a nivel industrial; con los resultados obtenidos del diseño experimental, se propuso el siguiente diagrama de flujo del proceso (Figura 2) y diagrama del proceso (Figura 3).

La materia prima será recibida en sacos de 20 Kg, la cual será pesada y llevada a la cinta de selección, donde se eliminará la cáscara no apta para el proceso. Posteriormente, se realiza el lavado de la cáscara (balsa de lavado). Ya lavada, será dirigida a una picadora de alimentos. La cáscara picada será dirigida a la máquina de cocción continua; el agua utilizada será cuatro veces el peso de la materia prima, a 60 - 65°C, durante 5 á 10 minutos.

Ya teniendo la cascara tratada, ésta será trasladada con la ayuda de un elevador a un tanque, en el cual se añadirá agua a una relación 1:3 (cáscara: agua); la mezcla deberá alcanzar una temperatura de 50°C; la solución adicionada debe tener una concentración 0.0045 M de ácido cítrico y con 2,5% de hexametáfosfato de sodio. Se mantendrá por 10 min, con constante agitación. Luego, la mezcla se hará pasar por un filtro monoplaca, con la intención de evitar el paso de la cáscara. El líquido filtrado será bombeado a la centrifugadora (3000rpm). Saliendo de la centrifugadora, será enfriado a 4°C. Posteriormente, se bombeará a un tanque para poder realizar la precipitación. Se precipitará

la solución fría con alcohol a 96°GL a una relación 1/0.96 de volumen; esta precipitación tendrá una duración de una hora. Una vez que haya pasado el tiempo de precipitación, la pectina será bombeada a un filtro prensa. Una vez filtrada la pectina, se podrá recuperarla de las placas del filtro y serán colocadas en bandejas para ser secada a 45°C por 12 horas o hasta que el peso sea constante. La pectina seca será removida de las bandejas y molida. La pectina molida deberá ser envasada inmediatamente de manera hermética.

FIGURA N° 2
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Fuente: Elaboración propia, 2010

En la Figura 3, se muestra el diagrama del la materia prima hasta convertirse en producto, las corrientes de alimentación y las salidas de la materia prima e insu- mos.

TABLA N° 1

Lista de equipamiento	
Texto	Descripción
E-1	Cinta de selección
E-10	Centrifuga
E-11	Thermotank
E-12	Tanque de precipitación
E-13	Tanque de alcohol
E-14	Bomba desplazamiento positivo
E-15	Filtro prensa
E-16	Tanque de agua tratada
E-17	Caldera
E-18	Secador
E-19	Molino de muelas
E-2	Balsa de lavado
E-20	Equipo de destilación
E-3	Elevador de la balsa
E-4	Picadora de alimentos
E-5	Elevador
E-6	Blancher 150 L
E-7	Tanque hidrólisis ácida
E-8	Filtro monoplaca
E-9	Bomba

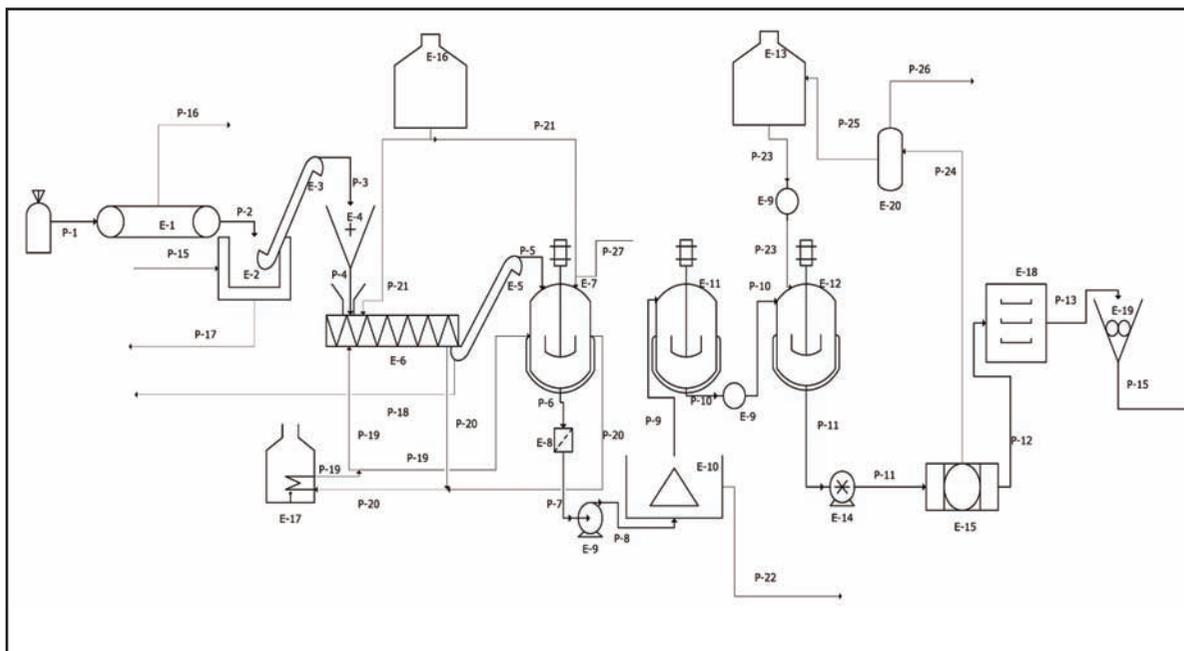
Fuente: Elaboración propia, 2010

TABLA N° 2

Lista de canalizaciones	
Texto mostrado	Descripción
P-1	Cáscara pesada
P-10	Solución fría
P-11	Solución precipitada
P-12	Pectina húmeda
P-13	Pectina seca
P-14	Pectina seca
P-15	Agua para el lavado
P-16	Descarte
P-17	Agua de descarte
P-18	Agua de descarte
P-19	Vapor de agua
P-2	Cáscara seleccionada
P-20	Vapor de agua condensado
P-21	Agua tratada
P-22	Sedimento
P-23	Alcohol
P-24	Solución ácida y alcohol
P-25	Alcohol destilado
P-26	Solución ácida
P-27	Ac. Cítrico y (NaPO3)6
P-3	Cáscara lavada
P-4	Cáscara picada
P-5	Cáscara tratada
P-6	Cáscara y solución ácida
P-7	Solución ácida
P-8	Solución ácida
P-9	Solución clarificada

Fuente: Elaboración propia, 2010

FIGURA N° 3
DIAGRAMA DEL PROCESO



Fuente: Elaboración propia, 2010

CONCLUSIONES

A partir de esta investigación, se puede concluir lo siguiente:

- El método consta de la preparación de la materia prima la cual tiene cuatro operaciones: pesado, selección, lavado y picado; luego viene la inactivación enzimática, Hidrólisis Ácida, filtración, centrifugación, enfriado, precipitación con alcohol, filtración, secado, molido, envasado y almacenado.
- Los resultados que se obtuvieron en la caracterización fueron similares a la pectina comercial, en cuanto al contenido de materia seca, humedad y cenizas; se obtuvo pequeñas variaciones en cuanto a la acidez libre y el pH.
- A partir de los resultados obtenidos en la experimentación, se pudo proponer el método para obtener pectina a nivel industrial y, al mismo tiempo, dimensionar las máquinas y equipos necesarios.
- Se pudo observar que los factores que influyen en la Hidrólisis Ácida fueron la temperatura como principal factor seguido del tiempo de hidrólisis y la interacción de ambos factores.
- La combinación de los factores, que dio un mayor rendimiento en pectina, fue de 50°C, con un tiempo de 10 min y a una concentración de 0.0045 M; su rendimiento fue de 8.59% y 7.09% (en respectivas réplicas).

- El grado de esterificación obtenido fue del 20% y del 30%, por lo tanto, la pectina obtenida se clasificaría como pectina de baja metoxilación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- Realizar un diseño experimental con el método de superficie de respuesta para determinar rangos óptimos durante la Hidrólisis Ácida.
- Para poder obtener resultados estandarizados, se debería estandarizar la materia prima que ingresara a la línea de producción.
- Realizar un estudio de más profundo para determinar la factibilidad económica financiera.
- Desarrollar un estudio de mercado local para poder determinar las características de la pectina buscada en el mercado al igual para el tamaño de los envases.
- Efectuar experimentos para determinar los usos específicos de la pectina en la industria alimentaria.
- Llevar a cabo la estandarización correspondiente para que la pectina obtenida, a partir de cáscara de maracuyá, se pueda utilizar directamente.
- Determinar los posibles usos que podrían obtenerse a partir del bagazo que queda después de la Hidrólisis Ácida.
- Seleccionar el método más apropiado para recuperar el alcohol utilizado durante la precipitación.

- Con la descripción del método propuesto y de la maquinaria necesaria para obtener pectina a partir de la cáscara de maracuyá a nivel industrial, una empresa que se dedica a la producción de zumos de frutas y derivados de la fruta, podría adaptar su línea de proceso para obtener la pectina, ya que algunos de los equipos y maquinaria necesaria ya están presentes en la línea de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CVCA. (2006). Monografía de maracuyá. Gobierno de Estado Veracruz
<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/co-vecainicio/imagenes/archivospdf/archivosdifusion/tab4003236/monograf%cda%20de%20maracuya.pdf> (mayo 2009)
- (2) Schols, H. A., & Voragen, A. J. (2002). The chemical structure of pectins. En G. B. Seymour, & P. J. Knox, *Pectins and their manipulation* (págs. 2-19). Midsomer Norton: Blackwell Press
- (3) Cassab, O. (1999). Manejo integrado del cultivo de maracuya. Cochabamba: CORDEP
- (4) Pruthi, J. S. (1963). *Physiology, Chemistry and Technology of Passion Fruit*. En C. O. Chichester, *Advances in food research* Vol. 12 (págs. 264-265). New York and London: Academic Press.
- (5) Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag.
- (6) Izydorczyk, M., Cui, S. W., & Wang, Q. (2005). *Polysaccharide Gums: Structures, Functional Properties, and Applications*. En S. W. Cui, *Food carbohydrates* (pág. sn). Boca Raton: CRC Press.
- (7) Devia, J. E. *Revista Universidad EAFIT*. Recuperado el Mayo de 2009, de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21512902.pdf> (marzo 2003)
- (8) Andersson, R., Westerlund, E., & Åman, P. (2006). *Cell-Wall Polysaccharides: Structural, Chemical, and Analytical Aspects*. En A. C. Eliasson, *Carbohydrates in food* (pág. 139). Boca Raton: CRC Press.
- (9) Claus, R. (2002). *Commercial pectin preparations*. En G. B. Seymour, & J. P. Knox, *Pectins and their manipulation* (págs. 225-226). Midsomer Norton: Blackwell Publishing