

## **CARACTERÍSTICAS DE LA PECTINA DEL EPICARPIO DE TANGELO EN DOS ESTADOS DE MADUREZ**

*Amparo Luz Púa-Rosado\**, Genisberto E. Barreto-Rodríguez, Moisés A. Polo-Miranda y Oscar E. Serna-Restrepo  
*Universidad del Atlántico. Km 7 Antigua vía Puerto Colombia, Colombia.*

*E-mail: amparopua@mail.uniatlantico.edu.co*

### **RESUMEN**

El objetivo del trabajo fue comparar características de pectinas de epicarpios de tangelo verde y maduro con una comercial. Las extracciones se realizaron por hidrólisis ácida, en tres condiciones de pH (1,5; 2,0 y 2,5); temperatura (79, 89 y 99 °C) y tiempo (45, 65 y 85 min). En condiciones máximas se obtuvo un rendimiento de 1,96 % para el estado verde y 1,73 % para el maduro, a un pH de 2, en 45 min y a 79 °C. Las características de la pectina a partir de la fruta verde y madura, respectivamente fueron: contenido de humedad (11,53 y 11,73 %), cenizas (1,98 y 1,38 %), grupos metoxilo (12,4 y 11,3 %), porcentaje de esterificación (81,8 y 76,5 %) y ácido anhidro galacturónico (89,98 y 89,2 %). Según análisis fisicoquímicos e infrarrojos, las pectinas son de alto metoxilo, alta pureza, alto grado de esterificación y de calidad, especialmente la pectina de frutas verdes.

**Palabras clave:** tangelo, extracción, pectina, pureza, calidad.

### **ABSTRACT**

#### **Characteristics of peel pectin from tangelo at two maturity stages**

The objective of the work was to compare characteristics of pectin from peels of green and ripe tangelo. Extractions were performed by acid hydrolysis, in three pH conditions (1.5, 2.0, and 2.5), temperature (79, 89, and 99 °C), and time (45, 65, and 85 min).

At maximal conditions was obtained a yield of 1.96% for green and 1.73% for the ripe, at a pH of 2.0, in 45 min and at 79 °C. The characteristics of the pectin from green and ripe fruits, respectively were: moisture content (11.53 and 11.73%), ash (1.98 and 1.38%), methoxy group (12.4 and 11.3%), esterification percentage (81.8 and 76.5%), and anhydrous galacturonic acid (89.98 and 89.2%). According physicochemical analysis and infrared analysis, the pectins have high methoxyl, high purity, high degree of esterification and quality, especially pectin from green fruits.

**Keywords:** tangelo, extraction, pectin, purity, quality.

### **INTRODUCCIÓN**

Las pectinas son polisacáridos importantes en los alimentos ya que tienen propiedades funcionales como gelificantes, espesantes y estabilizantes (1). La pectina es usada en el área de la medicina como absorbente intestinal y presenta efectos beneficiosos en la prevención del cáncer de colon; estudios demuestran que ciertos componentes de la pectina inhiben proteínas que facilitan la diseminación de cáncer en el organismo. En la industria alimentaria, la pectina es ampliamente utilizada en la producción de mermeladas, jaleas, jugos de frutas, productos de confitería y rellenos, así como también para la estabilización del acidificado de bebidas lácteas y yogures (2, 3). La mayor parte de la pectina consumida en Colombia es prácticamente importada, Mercosur reveló una importación en Colombia para el 2010 de unos 436 411,27 kg de pectina (4) y según el

---

*\*Amparo Luz Púa Rosado: Nutricionista Dietista, con formación en Auditoría y Sistemas de Gestión de Inocuidad Alimentaria, Especialista en Gerencia de Recursos Humanos, Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Docente Universidad del Atlántico (Colombia), miembro activo del Grupo de Investigación Interdisciplinario en Seguridad Alimentaria y Nutricional GRIINSAN, asesora de servicios de alimentación y de industrias alimentarias.*

Sistema Estadístico de Comercio Exterior de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales para el 2011 se alcanzó una exportación de pectinas de unas 450 t (5).

Las pectinas son abundantes, se encuentran en mayor cantidad en los frutos inmaduros y en algunos tejidos suaves como los epicarpios de los cítricos, manzanas y peras, etc. (6); sin embargo, con la extracción del jugo de los cítricos se producen residuos de epicarpios, que muchas veces no es utilizado.

El objetivo de este trabajo fue comparar las características de pectinas extraídas de los epicarpios de tangelo (*Citrus x tangelo* Minneola) en dos estados de maduración frente a una comercial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se ensayó una muestra aleatoria de tangelos con epicarpio, sin golpes, daños y magulladuras, provenientes de supermercados de Barranquilla, Colombia. Las muestras se clasificaron de acuerdo al color característico del fruto en dos estados de madurez diferentes: verdes y maduros según la NTC-4085 (7) y se les determinó el contenido de azúcares, acidez e índice de madurez (8).

La fruta fue despulpada, los epicarpios fueron lavados con agua potable y agua destilada con el fin de eliminar impurezas y suciedad presente en la superficie, se trituraron con licuado para aumentar el área superficial de contacto y facilitar el proceso de extracción de la pectina. El material triturado, se lavó nuevamente con agua destilada y se le extrajo la mayor cantidad de agua mediante una tela de liencillo.

Para la inactivación enzimática se utilizaron aproximadamente 300 g de este material en 1 L de agua entre 95 y 98 °C durante 15 min, luego se dejó decantar y se desechó el agua. Posteriormente se hicieron lavados con agua destilada, hasta lograr que la concentración de sólidos solubles fuese nula. La materia prima se calentó a 60 °C hasta un peso constante y se envasó herméticamente en frascos esterilizados para su conservación (9).

Para la extracción en medio ácido se establecieron los parámetros óptimos de pH, tiempo y temperatura, para esto se evaluaron tres condiciones para cada parámetro. La cantidad de materia prima para las

extracciones fue de 100 g. La pectina obtenida se secó a 40 °C hasta peso constante, luego la pectina fue molida, para su posterior caracterización (9).

A las pectinas se le determinaron, por triplicado, los índices siguientes: humedad, en una balanza de humedad MB35 Halogen (Ohaus Corp., EE.UU.) durante 1 h a 105 °C; cenizas, de 3 a 4 h a 550 °C (10); alcalinidad de las cenizas, la ceniza que se obtuvo del ensayo anterior, se disolvió en 20 mL de HCl 0,1 N, se calentó suavemente hasta ebullición, se enfrió y valoró con NaOH 0,1 N usando como indicador fenolftaleína (10); peso equivalente y acidez libre, se tararon 0,5 g de pectina, se agregaron 5 mL de alcohol etílico, 100 mL de agua destilada libre de dióxido de carbono, seis gotas de rojo fenol y se valoró lentamente con NaOH 0,1 N (11); grupos metoxilo, a la solución neutra obtenida anteriormente se adicionaron 25 mL de NaOH 0,25 N, se agitó vigorosamente y dejó a temperatura ambiente durante 30 min, se adicionaron 25 mL de HCl 0,25 N y se valoró con NaOH 0,1 N (11); porcentaje de esterificación, se dividieron los miliequivalentes de valorante gastados en la determinación del contenido de metoxilo, entre los miliequivalentes gastados en la determinación de acidez libre más los gastados en la determinación del contenido de metoxilo y multiplicados por 100 (12); y ácido anhidro galaracturónico (11).

Los espectros infrarrojos de las pectinas extraídas, se obtuvieron con un equipo Perkin-Elmer 1600 series FTIR Modelo 1605 (EE.UU.). La muestra se preparó mezclándola con KBr, se trituró y prensó para hacer la lectura. Los espectros fueron superpuestos entre las muestras y con el patrón para confirmar la identificación de la pectina y determinar diferencias y similitudes entre las muestras.

Se analizaron las diferencias significativas en los resultados de las características de las pectinas mediante prueba de análisis de varianza y prueba de Tukey para las diferencias mínimas significativas, con 95 % de confianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 corresponde al rendimiento de la pectina obtenido en las diferentes condiciones experimentales, para el tangelo verde y maduro. Ambos estados coincidieron en el pH, tiempo de extracción y temperatura, se infiere una diferencia en el rendimiento siendo

mayor en el estado verde (1,96 %) con respecto al maduro (1,73 %), los cuales se obtuvieron a pH 2,0 por 45 min a 79 °C, respectivamente. Al comparar el porcentaje de rendimiento con respecto a las variables tiempo y temperatura, se aprecia que al disminuir estas, se favorece el rendimiento de pectina para los tangelos verdes, lo cual puede atribuirse a que la tendencia del aumento del rendimiento se incrementa con la hidrólisis de la protopectina que pasa a pectina (13).

La Tabla 2 compara las características de calidad de la pectina extraída del epicarpio de tangelo en dos estados de madurez frente a una pectina comercial, influyendo el estado de madurez en su caracterización, para ambos estados, la humedad de la pectina se asemeja con valores de 11,53 % para la pectina extraída de tangelo verde, 11,73 % para maduros y 10,81 % para el estándar; el contenido de cenizas se puede asemejar a los valores del estándar, para ambos estados atribuye buena capacidad de gelificación; el porcentaje de grupos metoxilo en tangelo verde fue de 12,4 %, para el maduro de 11,3 %, muy por encima del valor de referencia de la pectina estándar (7,12 %), lo que indica una pectina de alto metoxilo; esto coincide con los resultados de otros estudios (14), lo que la describe con capacidad para ser empleada en la preparación de

mermeladas; el grado de esterificación en tangelos maduros y verdes está por encima del valor de referencia de la pectina estándar (71 %) característica de una pectina de alto metoxilo (15, 16); el ácido anhídrico galacturónico para tangelos verdes y maduros fue de 89,9 y 89,2 %, respectivamente y el valor de referencia estándar (80 %) lo que indica una pectina de alta concentración y pureza, esto infiere que la caracterización fisicoquímica y los controles de calidad de la pectina obtenida del epicarpio de tangelos verdes y maduros en comparación con el estándar comercial se diferencian en forma significativa.

Al confrontar el espectro de la pectina obtenida del epicarpio de tangelo verde (Fig. 1), con relación al espectro estándar, se puede evidenciar la presencia de grupos funcionales característicos de la pectina que corresponden, en frecuencia y señales, variando solo en la intensidad de los picos, como en el caso del hidroxilo, que se encuentra entre los 3300 a 3500  $\text{cm}^{-1}$ , al igual que el estándar, variando solo en la intensidad de la banda, la cual se encuentra pronunciada en el estándar, a diferencia de la muestra obtenida, se observa que la banda no es pronunciada y posee un ensanchamiento, lo cual se le puede atribuir a trazas de impureza o a humedad contenida en la muestra; en el caso del grupo

**Tabla 1. Condiciones ideales de extracción de pectina en el epicarpio de tangelo verde y maduro**

Variable	Extraída de tangelo verde	Extraída de tangelo maduro
pH	2,0	2,0
Tiempo (min)	45	45
Temperatura (°C)	79	79
Mayor rendimiento de pectina (%)	1,96	1,74

**Tabla 2. Comparación de las características de calidad de la pectina extraída del epicarpio de tangelo en dos estados de madurez frente a una pectina comercial**

Pectina	Humedad (%)	Cenizas (%)	Alcalinidad de ceniza (%)	Metoxilo (%)	Esterificación (%)	Ácido anhídrico galacturónico (%)	Peso equiv. (mg/meq)	Acidez libre (meq/g)
Tangelo verde	11,53	1,9899	0,40	12,4	81,8	89,9	1158,02	0,8283
Tangelo maduro	11,73	1,3890	0,72	11,3	76,5	89,2	874,37	1,165
Estándar	10,81	1,36	0,5	7,12	71	80	976	1,025

alquilo, este también se encuentra dentro de la frecuencia de 2900 a 3000  $\text{cm}^{-1}$ , asemejándose al espectro del estándar; para el grupo C=O de los ésteres, que se encuentra entre 1700 a 1800  $\text{cm}^{-1}$ , no se muestra una clara señal, en comparación con el estándar y a diferencia del grupo C=O de los ácidos entre 1500 y 1700  $\text{cm}^{-1}$ , el cual muestra señal parecida al estándar variando solo en un ligero ensanchamiento; con respecto al grupo C-O, que se encuentra entre 1000 y 1200  $\text{cm}^{-1}$ , se puede observar que este presenta una banda pronunciada como el estándar entre 700 y 900  $\text{cm}^{-1}$  asociada a los anillos benzoicos.

Al comparar el espectro de la pectina obtenida del epicarpio de tangelo maduro (Fig. 2), con el espectro estándar, se puede evidenciar la presencia de grupos funcionales característicos de la pectina que corresponden, en frecuencia y señales, variando solo en la intensidad de las bandas, como en el caso del grupo OH, que se encuentra entre 3300 y 3500  $\text{cm}^{-1}$  al igual que el estándar, variando solo en la intensidad de la banda, la cual se encuentra pronunciada en el estándar, a diferencia de la muestra obtenida que la banda no es pronunciada y posee un ensanchamiento mucho mayor, lo cual se le puede atribuir a trazas de impurezas o a humedad contenida en la muestra.

C.I FARMACAPSULAS S.A  
PECTINA TANGELO MINEOLA VERDE

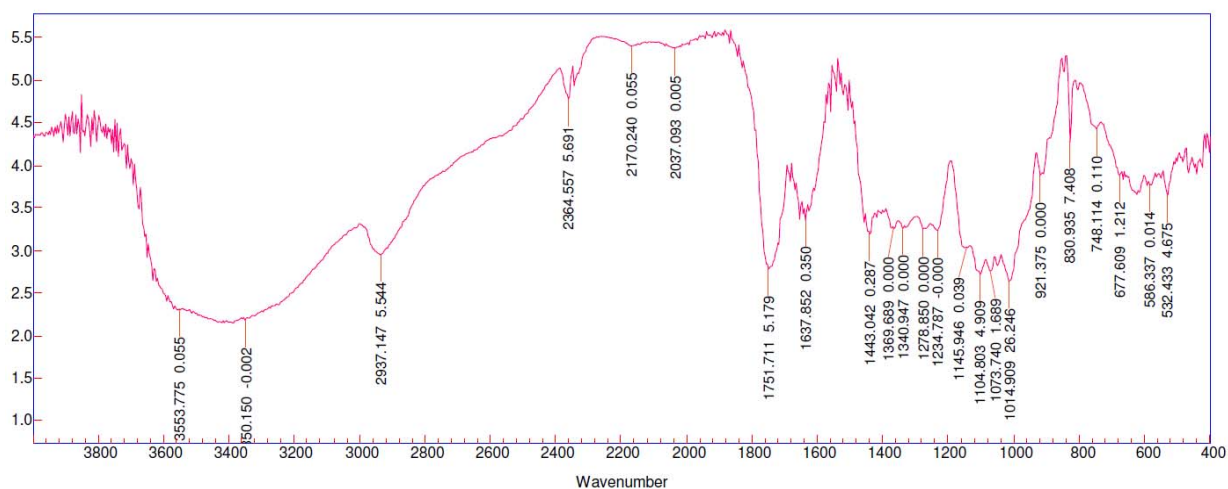


Fig. 1. Espectro IR de la pectina obtenida del epicarpio de tangelo verde.

C.I FARMACAPSULAS S.A  
PECTINA TANGELO MINEOLA MADURO

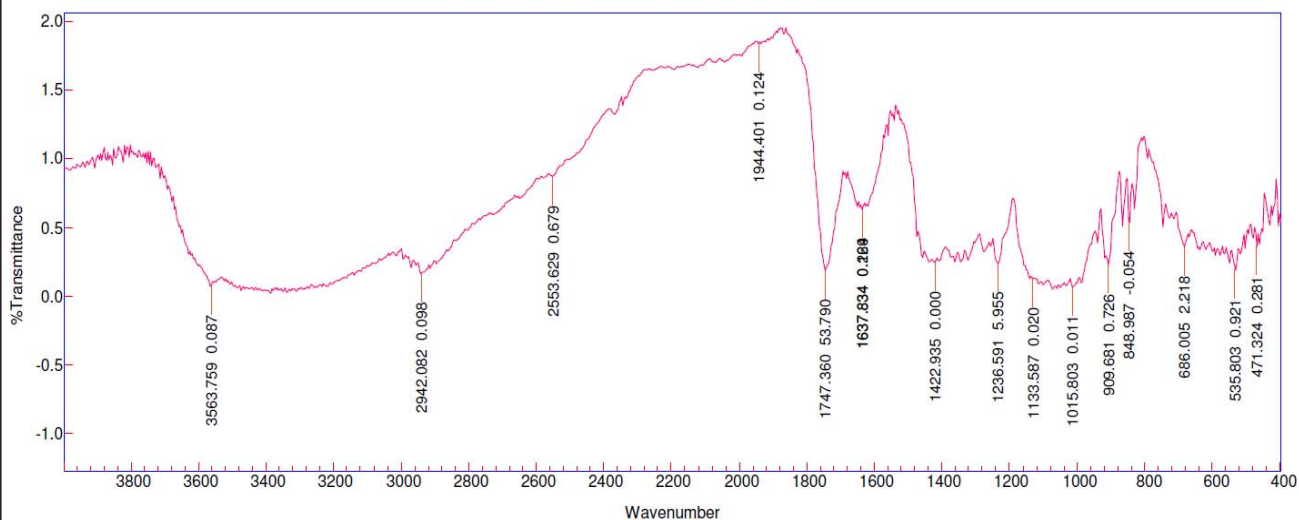


Fig. 2. Espectro IR de la pectina obtenida del epicarpio de tangelo maduro.

En el caso del CH (grupo alquilo), este también se encuentra dentro de la frecuencia de 2900 a 3000  $\text{cm}^{-1}$ , asemejándose al espectro del estándar. Para el grupo C=O de los ésteres, que se encuentra entre 1700 y 1800  $\text{cm}^{-1}$ , no se muestra una clara señal, en comparación con el estándar y a diferencia del grupo C=O de los ácidos entre 1500 y 1700  $\text{cm}^{-1}$ , la cual muestra una señal parecida al estándar variando solo en un ligero ensanchamiento; con respecto al grupo C-O, que se encuentra entre 1000 y 1200  $\text{cm}^{-1}$ . Se puede observar que esta presenta una banda pronunciada como el estándar y entre 700 y 900  $\text{cm}^{-1}$  los anillos benzoicos.

## REFERENCIAS

1. Christensen, S.H. Food Hydrocolloids 3:206-227, 1986.
2. Gunning, P.; Bongaerts, R. y Morris, V. The FASEB J. 23(2):415-424, 2009.
3. Willats, W.; Knox, J. y Dalgaard, J. Trends Food Sci. Technol. 17(3):97-104, 2006.
4. Acevedo, V. y Ramírez, D. *Análisis técnico y económico de la pectina, a partir de la cáscara de la naranja (Citrus sinensis)* [en línea]. Consultado 20 de enero 2015 en [http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1336/1/An%C3%A1lisis\\_Econ%C3%B3mico\\_Naranja\\_Acevedo\\_2011.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1336/1/An%C3%A1lisis_Econ%C3%B3mico_Naranja_Acevedo_2011.pdf)
5. Montoya, C. y Penagos, C. *El entorno comercial de la pectina en la industria alimentaria antioqueña* [en línea]. Consultado 20 enero 2015 en <http://repository.eia.edu.co/revistas/index.php/SDP/article/viewFile/348/339>.
6. Badui, S. *Química de los Alimentos*. México D.F., Pearson Educación, 2006, pp. 92-93.
7. NTC4085. *Frutas frescas Tangelo Mineola. Especificaciones*. Colombia, 1994.
8. Valclavik, V. *Essentials of Food Science*, 4th ed. New York, Springer Science, 2008, p. 147.
9. Vásquez, R.; Ruesga, L.; D'Addosio, R.; Páez, G. y Marín, M. Rev. Fac. Agron. Universidad de Zulia 25(2):318-333, 2008.
10. Ardila, S. *Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2007, p. 186.
11. Skoog, D. y West, D. *Introducción a la Química Analítica*. Barcelona, Reverté S.A., 1986, p. 604.
12. Cabarcas, E.; Guerra, A. y Henao, C. *Extracción y caracterización de pectina a partir de epicarpios de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción* [en línea]. Consultado 30 enero 2015 en <https://es.scribd.com/doc/152792999/Trabajo-de-grado-Extraccion-y-caracterizacion-de-pectina-apartir-de-cascaras-de-platano-para-desarrollar-un-diseno-genera-1>.
13. Baltazar, R.; Carbajal, D.; Baca, N. y Salvador, D. Agroindustrial Sci. 2:77-89, 2013.
14. Paredes, J.; Hernández, R.; Cañizares, A. Idesia 33(3):35-41, 2015.
15. Chaparro, S.; Márquez, R.; Sánchez, J.; Vargas, M. y Gil, J. Rev. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 18(2):435-443, 2015.
16. Cerón, I.; Cardona, C. Ingeniería y Ciencia 7(13):65-86, 2011.

## CONCLUSIONES

Las condiciones ideales de extracción del epicarpio de tangelo en estado verde y maduro fueron pH 2,0; por 45 min a 79 °C con mayor rendimiento en el verde (1,96 %) que en el maduro (1,74 %). La pectina extraída del epicarpio de tangelo en estado verde y maduro es de calidad, gelificación ultrarrápida, con geles más fuertes y de alta concentración de ácido anhidro galacturónico con relación al estándar comercial.