

DOI:10.18684/BSAA(14)103-109

EFEECTO DEL PRE-TRATAMIENTO CON ULTRASONIDO EN LA EXTRACCIÓN DE PECTINA CONTENIDA EN EL ALBEDO DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

EFFECT OF THE PRE-TRATAMIENTO WITH ULTRASOUND IN THE EXTRACTION OF PECTIN CONTAINED IN THE ALBEDO OF THE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

EFEITO DE PRE-TRATAMIENTO COM ULTRASONIDO NA EXTRAÇÃO DE PECTINA CONTIDA EM ALBEDO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

YESENIA CAMPO-VERA¹, DORA CLEMENCIA VILLADA-CASTILLO², JOSE DANIEL MENESES-ORTEGA²

RESUMEN

La pectina es un polisacárido contenido en la pared celular de la mayoría de los vegetales y frutas, con propiedades benéficas para la salud y muy utilizado en la industria alimentaria. El objetivo del estudio fue la evaluación del efecto de pre-tratamiento con ultrasonido (US) en la extracción de pectina contenidas en el albedo del maracuyá, las muestras fueron expuestas a 40 KHz a una temperatura de 30, 45 y 60°C durante 10, 20 y 30 minutos. A continuación las muestras se sometieron a extracción de hidrólisis ácida relación 1:3 (%p/%v) con calentamiento de 80°C por 30 minutos agitándose a 700 rpm, se procedió a filtrar y precipitar adicionando etanol al 96% en una relación (1:1) (%v/%v). Determinando que las

Recibido para evaluación: 29 de Abril de 2015. **Aprobado para publicación:** 11 de Febrero de 2016.

- 1 Universidad Francisco de Paula Santander, Programa Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología Agroindustrial (GICITECA). Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Cúcuta, Colombia.
- 2 Universidad Francisco de Paula Santander, Programa Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología Agroindustrial (GICITECA). Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Cúcuta, Colombia.

Correspondencia: yesenia.campo.vera@gmail.com

muestras tratadas a 40 KHz/45°C/20 min, obtuvieron un 40% de aumento en el rendimiento de extracción de pectina comparada con las muestras control; debido probablemente a la disminución del pH y al efecto de cavitación, donde las partículas vibran y se aceleran ante la acción ultrasónica, provocando una macro turbulencia y la colisión de interpartículas de la biomasa que acelera difusión; logrando extraer pectinas de gran calidad y aprovechables para la elaboración de productos de interés.

ABSTRACT

Pectin is a polysaccharide contained in the cell wall of most vegetables and fruits, with beneficial health properties and widely used in the food industry. The aim of the study was to evaluate the effect of pre-treatment with ultrasound (US) in extracting pectin contained in the albedo of passion fruit, the samples were exposed to 40 KHz at a temperature of 30, 45 and 60°C for 10, 20 and 30 minutes. The samples were extracted by acid hydrolysis ratio 1: 3 (% w/%v) on heating to 80°C for 30 minutes shaking at 700 rpm, we proceeded to filter and precipitate by adding 96% ethanol in a ratio (1:1) (%v/%v). Determining that the samples treated at 40 KHz/45°C/20 min, obtained a 40% increase in the extraction yield of pectin compared to control samples; probably due to the decrease in pH and the effect of cavitation where the particles are accelerated to vibrate and ultrasonic action, causing a macro turbulence and interparticle collision biomass accelerating diffusion; pectin extract achieving high quality and usable for the production of products of interest

RESUMO

A pectina é um polissacarídeo contido na parede celular da maioria dos legumes e frutas, com propriedades benéficas para a saúde e muito usado na indústria alimentar. O objetivo do estudo era a avaliação do efeito de pre-tratamento com ultrasonido (EUA) na extração de pectina contida no albedo do maracujá, as amostras eram 40 KHz exposto a uma temperatura de 30, 45 e 60°C durante 10, 20 e 30 minutos. Logo as amostras sofreram extração de hidrólise relação azeda 1:3 (%p/%v) com aquecer de 80°C durante 30 minutos agitados a 700 rpm, você procedeu filtrar e precipitar etanol de adição a 96% em uma relação (1:1) (%v/%v). Determinando que as amostras tentaram a 40 min de KHz/45°C/20, obteve 40% aumento no rendimento de extração de pectina comparado com o controle de amostras; exatamente provavelmente para a diminuição do pH e o cavitación efetue onde as partículas vibram e eles se apressam antes da ação ultra-sônica, enquanto provocando uma turbulência de macro e a colisão de interpartículas da biomassa que apressa difusão; podendo extrair pectinas de grande qualidade e lucrativo para a elaboração de produtos de interesse.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el aprovechamiento de residuos (desechos y sub-productos) generados en las transformaciones agroindustriales, son de gran

PALABRAS CLAVE:

Cavitación, Hidrólisis ácida, Polisacárido, Residuo agroindustrial.

KEYWORDS:

Cavitation, Acid hydrolysis, Polysaccharide, Agroindustrial waste.

PALAVRAS-CHAVE:

Cavitação, Hidrólise ácida, Polissacarídeo, Resíduos agroindustriais.

importancia entre la comunidad científica y la industria; por no ser utilizados eficientemente, al desconocer su valor adicional y no contar con información que los caracterice. Es así, como se han diseñado procesos para utilizar estos materiales en la generación de productos de alto valor comercial como etanol, enzimas, ácidos orgánicos, amino-ácidos y metabolitos secundarios [1].

La pectina se deposita principalmente en la pared primaria y en la lámina media, siendo los tejidos mesenquimáticos y parenquimáticos particularmente ricos en dicha sustancia, teniendo la función de cemento intercelular [2].

La pectina es utilizada en la preparación de geles, compotas, mermeladas, jaleas, como estabilizantes. Tiene la propiedad de formar geles en medios ácidos y en presencia de azúcares, es por eso que es utilizada en la industria de alimentos combinándola con azúcares como agente espesante, por ejemplo en la elaboración de mermeladas [3].

Las técnicas clásicas para la extracción del material crudo de frutas y verduras están basadas en la correcta elección del solvente acoplado con el empleo de calor y/o agitación, esta técnica puede ser mejorada por la utilización del US; produciendo efectos mecánicos por una mayor penetración del solvente en la materia celular mejorando la transferencia de masas [4, 5]. El US puede ser el método más simple para extraer los componentes intracelulares como son: enzimas, endotoxinas, polisacáridos, proteínas y partículas subcelulares, causado por el efecto de cavitación y cambios de presión [6]. En este estudio se evaluó el efecto del pre-tratamiento con ultrasonido a 40 KHz a una temperatura de 30, 45 y 60°C durante 10, 20 y 30 minutos en la extracción de pectina contenida en el albedo del maracuyá.

MÉTODO

La investigación se realizó en la Sede Campos Elíseos (Laboratorio de Ciencias Básicas y Planta de cárnicos) de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander ubicada en Cúcuta (Colombia).

Acondicionamiento del material vegetal

El trabajo se llevó a cabo utilizando cascarras de maracuyá, en un estado de madurez y libre de daños mecá-

nicos. La corteza fue sometida a un calentamiento por un tiempo de 15 min a 90°C, para inactivar enzimas y se procedió a separar el flavedo del albedo para evitar cambios en coloración de la pectina, por último se redujo el tamaño del albedo en cuadrados con dimensiones de 1x1 cm [7].

Tratamiento con ultrasonido

Se empleó un equipo Branson 3800 (40 KHz) y como medio de transmisión agua desionizada, se establecieron 10 tratamientos que se describen en la cuadro 1.

Hidrólisis ácida

Al culminar el tratamiento de US, la muestra se trasladó a un vaso de precipitado de 500 mL, el medio empleado fue agua acidulada preparada con ácido clorhídrico al 37%, hasta obtener un pH igual a 2, en una relación de muestra-medio 1:3; sometidos a un calentamiento de 80°C por 30 minutos agitándose a 700 rpm, en una plancha de agitación magnética [8].

Precipitación. Una vez que se suspende la agitación, se filtró la solución con ayuda de un filtro de tela, el filtrado en estado líquido se precipitó adicionando etanol al 96% en una relación (1:1) (%V/%V); el gel precipitado se separó por medio de un filtro de tela y se pesó en una balanza analítica [8]. El rendimiento del gel se determinó con la siguiente fórmula:

Cuadro 1. Tratamientos con US para la extracción de pectina.

TTO	US	Tempe. (°C)	Tiempo (min)
1	40 KHz	30	10
2		30	20
3		30	30
4		45	10
5		45	20
6		45	30
7		60	10
8		60	20
9		60	30
10 Control	Sin US	-	-

*Todos los tratamientos y análisis se realizaron por triplicado.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Pesodelgel}}{\text{Pesodelamuestra}} \times 100 \quad (\text{Ec.1})$$

Caracterización de la pectina

Determinación de cenizas. Se pesaron 2 gramos de pectina en un crisol de porcelana previamente tarado, llevándolos a una mufla durante tres a cuatro horas a 550°C, hasta obtener un peso constante [9]. El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de ceniza} = W_2/W_1 \times 100 \quad (\text{Ec.2})$$

W_1 : peso inicial de la muestra (g)

W_2 : peso final de la muestra (g)

Determinación del peso equivalente y acidez libre.

Se pesaron 0,5 g de pectina y colocaron en un erlenmeyer de 250 mL, se mezclaron con 5 mL de etanol, 1 g de cloruro de sodio, 100 mL de agua destilada y dos gotas del indicador rojo fenol; la mezcla se tituló con solución de NaOH 0,1N hasta observar el cambio de color (pH 7,5). Se guardó la solución neutra para la determinación del porcentaje de metoxilo [10]. El peso equivalente y la acidez libre se calculó por medio de las siguientes formulas:

$$\text{Peso equivalente} = \frac{W_1}{\text{Eq} - \text{g de NaOH}} \quad (\text{Ec.3})$$

$$\text{Acidez libre} = \frac{\text{Meq} - \text{g de carboxilos libres}}{W_1} \quad (\text{Ec.4})$$

W_1 = peso de la muestra (g)

V = volumen de NaOH gastados

N = normalidad de NaOH corregida

Determinación del contenido de metoxilo. A la solución neutra proveniente de la determinación del peso equivalente, se le agregó 25 mL de NaOH 0,25 N y se agitó (reposo a temperatura ambiente durante 30 minutos). Se mezcló 25 mL de HCL 0,25 N y título con NaOH 0,1 N hasta cambio de color (pH 7,5) [9]. Se calculó por medio de las siguientes formulas:

$$\% \text{MeO} = \frac{= (VB * NB * 31.02)}{W_1} \times 100 \quad (\text{Ec.5})$$

% MeO = porcentaje de metoxilo

VB = volumen gastado de NaOH (mL)

NB = normalidad corregida del NaOH 0,1 N en (meq-g/ml)

31,02 = peso equivalente del metoxilo e

n mg/meq-g de CH_3O

W_1 = peso de la muestra (mg)

Determinación del grado de esterificación. El porcentaje de esterificación se calculó dividiendo los m.Eq/L de NaOH gastados en la determinación del contenido de metoxilo por la suma de los mEq/L de NaOH gastados en la determinación del contenido de metoxilo y los gastados en la determinación de acidez libre y multiplicada por cien [9].

Análisis estadístico

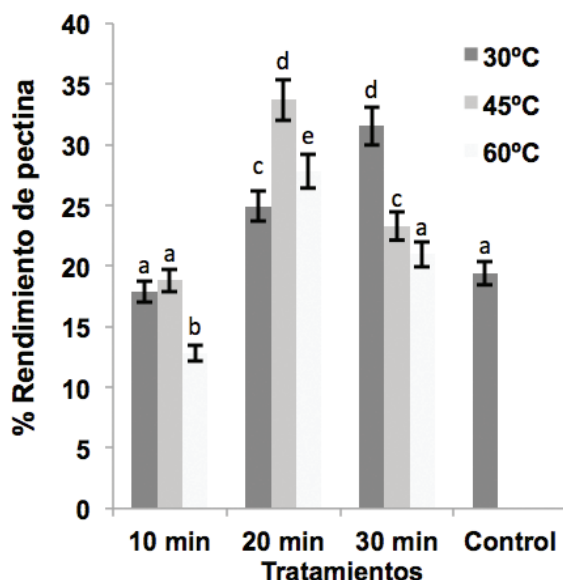
Se analizaron las diferencias significativas entre los resultados obtenidos con cada tratamiento, mediante prueba de análisis de varianza (ANOVA) y prueba *post hoc* de Diferencias Mínimas Significativas (DMS) del 5% ($p < 0,05$) usando el programa SPSS versión 19.0. Todos los experimentos se hicieron por triplicado.

RESULTADOS

En la figura 1, se presentan los porcentajes de rendimiento de las pectinas de cada uno de los tratamientos, evidenciando que las muestras con tratadas a 40 KHz durante 20 y 30 min; presentaron un incremento significativo ($\alpha = 0,05$) en el % de rendimiento comparadas con la control.

Se observó que al incrementar la temperatura a 45°C durante 20 minutos, el rendimiento en el gel aumento de manera significativa ($\alpha = 0,05$) con respecto a los demás tratamientos. Debido probablemente a que el US causa una aceleración de la transferencia de masa y calor, de manera que interaccionan con el material alterando sus propiedades físicas y químicas; durante el período de alta presión las burbujas se contraen y se produce una implosión, con lo cual se liberan enormes cantidades de energía. Estas implosiones suponen la liberación de toda la energía acumulada, ocasionando incrementos de temperatura instantáneos que se disipan sin que supongan una elevación de la temperatura

Figura 1. Porcentajes de rendimientos de pectina de los tratamientos US.



*Letras iguales no hay diferencias mínimas significativas (DMS) entre los tratamientos.

del medio tratado [11], logrando el efecto de cavitación que favorece la liberación de los compuestos a extraer y mejorando el transporte de masa debido al rompimiento de la pared celular [5,12].

Además, se ha estudiado que el pH es un parámetro fundamental para lograr una eficiente extracción de pectina, con un pH 2 o menor se logra extraer una mayor cantidad de pectina, mientras que con pH superiores el rendimiento disminuye pero se logra obtener mejor calidad fisicoquímica [13].

Las muestras sometidas a US en un tiempo de 30 minutos reflejaron una disminución en % de rendimiento,

comportamiento similar reportó [14], en donde el rendimiento de la pectina aumenta al principio, alcanzando un máximo después de 25 minutos y luego disminuyendo en el tiempo; debido a la degradación térmica de la pectina extraída.

Caracterización de la pectina

Los tratamientos que se caracterizaron fueron los que obtuvieron mayor porcentaje de rendimiento de pectina, al analizar los parámetros de calidad (ceniza, Peso Equivalente, Acidez Libre, Contenido de Metoxilo y Grado de Esterificación) de las muestras tratadas con US; se observó que cumplieron con estos valores en comparación a la pectina comercial, mostrando siempre diferencias significativas ($\alpha=0,05$) con esta (Cuadro 2).

Resultados similares fueron reportados por [16], cuyo valor es de 1,5% debido posiblemente al lavado con alcohol suficiente para remover impurezas; y para [13], el valor es tan solo de 1,4% de cenizas para pectina extraída del albedo de maracuyá debido a un proceso de purificación con carbono activo.

Las muestras tratadas y no con US presentaron un porcentaje en el grado de esterificación mayor al 70%, sin diferencias significativas ($\alpha=0,05$); clasificándolas en el grupo de esterificación de alto metoxilo (HM). En comparación con el trabajo de [16], quien extrajo pectina del albedo de la maracuyá obtuvo un porcentaje de esterificación del 68,18%, clasificándose como una pectina de bajo metoxilo resultado que pudo ser consecuencia del grado de madurez del fruto.

Esta evidencia confirma el hecho de que los procesos de maduración favorecen la disponibilidad de grupos carboxilos esterificados en una mayor proporción. De-

Cuadro 2. Resultados de los parámetros de calidad de la pectina extraída con pre-tratamiento de US 40 KHz a diferentes tiempos y temperaturas.

Tratamientos	Cenizas	Peso Equivalente	Acidez Libre	Contenido de Metoxilo	Grado de Esterificación
Norma FN, 1970	3-5%	---	---	Mayor 7%.	Mínimo 65%
2	3,83±0,21 ^a	3095,9±0,43 ^a	0,32±0,13 ^a	10,49±1,12 ^a	91,28±1,32 ^a
5	3,93±0,45 ^a	2288,3±0,84 ^b	0,43±0,05 ^a	8,72±0,52 ^b	86,55±1,21 ^a
7	3,65±0,52 ^a	2631,5±0,44 ^c	0,38±0,10 ^a	9,84±0,71 ^{ab}	89,3±1,12 ^a
Pectina comercial	2,4±0,43 ^b	1594,9±0,12 ^d	0,62±0,04 ^b	6,65±0,64 ^c	77,4±1,11 ^a

*Valores con literales diferentes entre columnas son diferencias mínimas significativas (DMS) entre tratamientos.

bido a que la solubilidad de los compuestos pectínicos se encuentra íntimamente ligada a la longitud de sus cadenas, estos incrementan su disponibilidad a medida que agentes enzimáticos como la protopectinasa, ocasionan su disolución. Estos resultados coincidieron con lo observado en pasifloráceas como el maracuyá [15].

Las muestras tratadas con US presentaron un aumento significativo ($\alpha=0,05$) comparada con la muestra comercial; debido probablemente a que este parámetro está muy relacionado con el peso molecular de la pectina y el pH que se utilizó para su extracción, corroborando que el efecto del US mejora el proceso de extracción de cadenas de ácidos poligalacturónicos más largas y con mayor peso molecular [17, 18]. Lo anterior, indica un proceso de extracción eficiente con un producto de mejor calidad.

Las muestras tratadas con US presentaron diferencia significativas ($\alpha=0,05$) en el parámetro de acidez libre comparadas con la muestra comercial, debido posiblemente a que el desarrollo de la extracción bajo condiciones de pH inferiores favorecieron la hidrólisis de los compuestos de pectina con aumento de los grupos carboxilos [19]. Estos resultados confirmaron la alta incidencia del método ácido en la determinación de la acidez libre, provocada posiblemente por la fuerte acción hidrolizante del ácido clorhídrico, lo cual concuerda con lo encontrado en la literatura [20].

Por el contrario, las muestras comerciales presentaron mayor acidez libre debido al cambio de la naturaleza química de los grupos carboxilo presentes en los compuestos de pectina; disminuyendo su estado como forma de sales o ésteres y aumentando su presencia como grupos ácidos [19]. Esto pudo derivarse de una mayor absorción de compuestos ácidos por parte de este sustrato durante la extracción.

En lo que respecta al porcentaje del contenido de metoxilos en las muestras tratadas con US, se observó un aumento significativo ($\alpha=0,05$) del 30% respecto a las muestras comerciales; debido probablemente al efecto de cavitación que favorece la acción hidrolizante, la cual permite la despolimerización de los compuestos pectínicos presentes en los sustratos susceptibles de extracción [11,12]. Además, a la muestra de albedo que contiene gran cantidad de pectina; que otorga firmeza a la cascara de la maracuyá [15, 18, 21].

Estos resultados concuerdan con los estudios de [15], quienes encontraron relación con los proce-

dos de maduración de la maracuyá y la producción de pectina, ya que éstos favorecen la formación de grupos éster metílicos al interior de las cadenas del ácido poligalacturónico.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió establecer que al aplicar US con una frecuencia de 40 KHz/45°C/20, como tratamiento previo a la

extracción de pectina en las cascara de maracuyá; incrementa significativamente ($\alpha=0,05$) los niveles de extracción; evidenciando que al aplicar US como pretratamiento es una de las herramientas con perspectiva en la extracción de compuestos bioactivos, por ser un método eficiente que minimiza los problemas presentados con las técnicas de extracción convencional.

REFERENCIAS

- [1] ABZUETA, I. y HERRERA, M. Extracción de pectina de alto metoxilo a partir de cascara de parchita para la producción de mermelada [Tesis de Ingeniería Química]. Mérida (Venezuela): Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, 2012, p. 4-15.
- [2] ÁLVAREZ, A. y BURGOS, F. Comparación de las técnicas de Extracción de Pectina a Partir de la Cáscara de la Parchita Amarilla (*Passiflora edulis F. Flavicarpa*) [Tesis de Ingeniería Química]. Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela, 2012, p. 8-25.
- [3] AGUDELO, A., VARELA, P., SANZ, T. and FISZMAN, S. Formulating fruit fillings. Freezing and baking stability of a tapiocastarch-pectin mixture model. *Food Hydrocolloids*, 40(10), 2014, p. 203-213.
- [4] CÁRCEL, J.A., GARCÍA-PÉREZ, J.V., BENEDITO, J. and MULET, A. Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. *Journal of Food Engineering*, 2012, p. 200-207.
- [5] ILBAY, S. and KIRBASLAR, Ş. "Optimisation of ultrasound-assisted extraction of rosehip (*Rosa canina* L.) with response surface methodology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(11), 2013, p. 2804-2809.
- [6] AWAD, T.S., MOHARRAM, H.A., SHALTOUT, O.E., ASKER, D., and YOUSSEF, M.M. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality

- control of food: A review. *Food Research International*, 48, 2012, p. 410–427.
- [7] BALTAZAR, R., CARBAJAL, D., BACA, N. y SALVADOR, D. Optimización de las condiciones de extracción de pectina a partir de cáscara de limón francés (*Citrus medica*) utilizando la metodología de superficie de respuesta. *Revista Agroindustrial Science*, Universidad Nacional de Trujillo, 2, 2013, p. 77-89.
- [8] ARAQUE, F., y MOSCOSO, R. Propuesta de diseño del proceso productivo para la obtención de pectina a base de residuos cítricos en Colombia, de acuerdo a las necesidades técnicas, comerciales y financieras requeridas [Tesis de Ingeniería Industrial]. Bogotá (Colombia): Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, 2013, p. 16-24.
- [9] CAYÓN, G.L., VALENCIA, H., MORALES, y DOMÍNGUEZ, A. Desarrollo y producción del plátano Dominic Hartón (*Musa AAB Simmonds*) en diferentes densidades y arreglos de siembra. *Revista Agronomía Colombiana*, 22(1), 2004, p.18-22.
- [10] PRUTHI, J.S., MOOKER, J. and LAL, G. Studies on the hydration of guava for subsequent recovery of pectin during off-season. *Defences Science Journal*, 10(2), 1960, p. 105-110.
- [11] HERRERO, M. y ROMERO, M. Innovaciones en el procesado de alimentos: Tecnologías no térmicas. *Revista Medica Universidad Navarro*, 12(50), 2006, p. 71-74.
- [12] CHEMAT, F. and MUHAMMED, K. Applications of ultrasound in food technology Processing, preservation and extraction. *Ultrasonic Sonochemistry*, 18(23), 2011, p. 813-835.
- [13] CABARCAS, E., GUERRERA, A. y HENAO, C. Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción [Tesis de Ingeniería Química]. Cartagena (Colombia): Universidad de Cartagena, 2012, p. 7-27.
- [14] BAGHERIAN, H. Comparisons between conventional, microwave- and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 50(11), 2011, p. 1237-1247.
- [15] PÁEZ, G. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia*, 22, 2005, p. 1-10.
- [16] DURAN, V. y HONORES, M. Obtención y caracterización de pectina en polvo a partir de cascara de Maracuyá (*Passiflora edulis*) [Tesis de Ingeniería Alimentos]. Guayaquil (Ecuador): Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2012, p. 1-36.
- [17] STEPHEN, A.M., PHILLIPS, G.O. and WILLIAMS, P.A. *Food Polysaccharides and their applications*. Taylor & Francis Group. 2 ed. Londres (Reino Unido): Taylor & Francis, 2006, 712 p.
- [18] KULKARNI, S.G. and VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa L.*). *LWT - Food Science and Technology*, 43(7), 2010, p. 1026-1031.
- [19] FERREIRA, S. Pectinas: Aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial. 1 ed. Bogotá (Colombia): Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2007, 1860 p.
- [20] BUITRAGO, C. Extracción de pectina de guayaba (*Psidium guajava*) a escala de planta piloto [Tesis de Especialización en ciencia y tecnología de alimentos]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, 2007, p. 1-47.
- [21] SINDONI, V. Efecto de dos fases de maduración sobre la cantidad de pectina obtenida en dos variedades de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa degener*) de diferente procedencia. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(2), 2013, p. 93-100.