

Obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá, fuente para la elaboración de plástico biodegradable

Yisseth Estefanía López Benavides

Hanan Lucia Mefleh Moreano

Estudiantes del Programa de Ingeniería de Procesos
Universidad Mariana

Simón Alexander Puerchambud Chasoy

Docente de Ingeniería de Procesos
Universidad Mariana

Resumen

Actualmente, el plástico hace parte de la vida cotidiana de las personas y el entorno, su evolución se ha estudiado durante años debido a los beneficios que posee, y su accesibilidad con el paso del tiempo ha permitido el análisis y mejora continua de su proceso de obtención y diversificación de su producto. El plástico y su tecnología ha generado grandes avances y desarrollo para la humanidad, pero su producción mundial elevada ha generado impactos ambientales negativos, siendo, así, un objeto de estudio para la búsqueda y generación de nuevas fuentes alternativas del plástico convencional.

Una de las fuentes alternativas para la producción de plástico es el aprovechamiento de residuos orgánicos que se generan en diferentes actividades, tales como la agricultura, agronomía, alimenticia y agroindustriales. Por tal motivo, los residuos que se generan a partir de la comercialización y procesamiento final de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) presentan propiedades óptimas para la extracción de pectina, el cual es un polisacárido funcional presente en las paredes celulares de los vegetales, especialmente en las frutas, y es aprovechado para la obtención de plástico biodegradable por sus propiedades gelificantes que son óptimas para el desarrollo de biopelículas.

Palabras clave: Residuos orgánicos, maracuyá, pectina, plástico biodegradable.

Introducción

En Colombia, el cultivo de maracuyá constituye el principal reto de exportación del país, bajo esta perspectiva, actualmente, presenta mayor favorabilidad en el mercado internacional y se comercializa como fruta fresca o procesada (Mora, 2011). En el año 2020, Colombia presentó un área total de 20.500 hectáreas cosechadas, que corresponden a una producción anual de 615.000 toneladas/año de maracuyá, pertenecientes al género de *Passiflora* e identificada con potencial exportador. Los principales departamentos productores de maracuyá son Huila, Antioquia, Meta, Valle del Cauca, Boyacá y Nariño, con un área de 4.349 hectáreas sembradas, una producción de 58.412 toneladas y un rendimiento total de 11,35 ton/

hectárea para el año 2020 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

“La participación nacional de los cultivadores de pasifloras es aproximadamente de 6.500 productores, cifra equivalente al número de familias beneficiadas con empleo” (Parra, s.f., p. 4).

En la industria alimentaria, específicamente en el proceso de transformación, la pulpa es utilizada para la fabricación de jugos, galletas, mermeladas y vino. En la industria farmacéutica se utiliza para la generación de champú y aceites esenciales y recubrimiento de pastillas. Los procesos de transformación generan residuos, cáscaras de maracuyá ricas en fibras lignocelulósicas (Flórez y Rojas, 2018). La acumulación de estos

residuos que son desechados en rellenos sanitarios genera problemas ambientales y afectaciones a la salud humana.

La cáscara de maracuyá representa el 52 % del total de la fruta, este subproducto de la agroindustria es desechada posterior a su transformación (Flórez y Rojas, 2018). Estudios previos afirman que la mayor concentración de pectina se encuentra en la cáscara (mesocarpio), siendo esta una oportunidad para ser aprovechada en la industria de plásticos con características biodegradables (Escribano, 2020).

Las alternativas medioambientales que se han desarrollado en el transcurso del tiempo tienen como objetivo principal reemplazar los plásticos artificiales por los plásticos biodegradables elaborados de los recursos naturales 100 % degradables. El plástico biodegradable elaborado a base de pectina extraída del albedo de maracuyá presenta la factibilidad y las características mecánicas similares de los plásticos derivados del petróleo (Escribano, 2020)

Justificación

En el marco de la gestión integral, el decreto 4741 de 2005 tiene por objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente. (Decreto 4741 de 2005)

Para los efectos del cumplimiento del presente decreto se adoptan las siguientes definiciones: manejo y posibilidades de aprovechamiento de residuos sólidos para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente.

En la ciudad de Pasto, Nariño, se estima una producción 115.405 ton/año de residuos totales, lo cual hace necesario implementar estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos (Alcaldía de Pasto, 2015)

En la ciudad de Pasto, Nariño, pequeñas empresas dedicadas a la venta de jugos naturales de frutas son uno de los principales productores de residuos agroindustriales, siendo, así, los residuos más generados por las cáscaras de frutos cítricos como el maracuyá, el cual contiene componentes ricos en pectina, característica óptima para el desarrollo de películas biodegradables.

Por tal motivo, este trabajo de investigación tiene como objetivo la obtención de pectina a partir de residuos como la cáscara de maracuyá.

Generalidades de la pectina

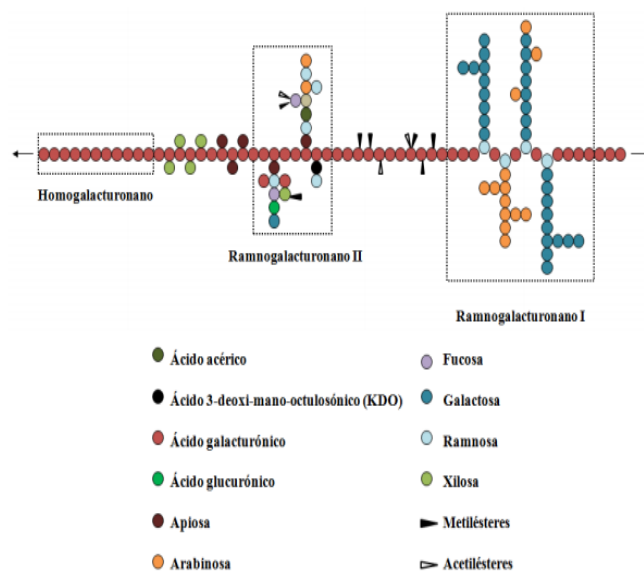
Definición de pectina

Son sustancias solubles en agua de grado de metilación variado son capaces de formar geles con azúcar y ácido, bajo condiciones determinadas. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la pectina es el principal componente enlazante de la pared celular de los vegetales y frutas, químicamente es un polisacárido compuesto de una cadena lineal de moléculas de ácido D-galacturónico, que unidas constituyen el ácido poligalacturónico (Vanitha y Khan, 2020).

Pectina en la cáscara de maracuyá. Kertesz (1991) describe que los ácidos pectínicos como sustancias solubles en agua de grado de metilación variado son capaces de formar geles con azúcar y ácido, bajo condiciones determinadas (ver Figura 1), que unidas constituyen el ácido poligalacturónico, el cual contiene polímeros como lignina, celulosa y hemicelulosa, que permiten ser transformadas para la obtención de microfibrillas (Vanitha y Khan, 2020).

Figura 1

Estructura de la pectina



Fuente: Muñoz, 2015.

Características de la pectina

- El grado de metilación, el cual se refiere a la esterificación de los grupos carboxilos por radicales metilos, de acuerdo a su contenido en metoxilo, se le dará a la pectina un grado determinado.
- La degradación, (...) las pectinas se pueden degradar mediante despolimerización (donde se produce la ruptura de los restos del ácido galacturónico no metilado) o mediante desmetilación (donde el grado de metilación disminuye con la maduración).
- El poder gelificante, el cual se define como la capacidad que tiene una pectina para formar gel y depende de la molécula péctica y de su grado de metilación. Aquellas pectinas que están en agua, precipitan con alcoholes o acetonas, sin embargo, también pueden precipitarse mediante sales como sulfato de aluminio e hidróxido amonio que forman hidróxido de aluminio, cuyas partículas tienen carga positiva; y debido a las cargas negativas de las pectinas, éstas precipitan.
- La viscosidad de la pectina depende del tamaño de la molécula, la conformación y temperatura. A mayor peso molecular, la viscosidad incrementa; la viscosidad también es influenciada por la presencia de polielectrolitos, puesto que afectan la conformación, el tamaño de la macromolécula y a la naturaleza del contra iones, que actúa como un freno al flujo de los polímeros.
- El peso molecular de la pectina relacionado con la longitud de la cadena, es una característica muy importante de la que dependen la viscosidad de sus disoluciones y su comportamiento en la gelificación de las jaleas. La determinación cuidadosa del peso molecular es difícil, parcialmente debido a la extrema heterogeneidad de las muestras y parcialmente debido a la tendencia de las pectinas a agregarse, aún bajo condiciones no favorables a la gelificación. (Condori, 2016, p. 14)

Tipos de pectina

Las pectinas se clasifican según el grado de esterificación o el contenido de metoxilo por ser un indicador de gran importancia

- Pectinas con alto índice de metoxilo: Estas pectinas poseen la mayoría de los grupos carboxilos

esterificados, normalmente entre el 50 % al 58 %. Por lo tanto, la mayoría de grupos ácidos no están disponibles para formar enlaces cruzados con iones divalentes. El grado de esterificación de las pectinas de alto metoxilo influye mucho sobre sus propiedades, en particular, a mayor grado de esterificación, mayor es la temperatura de gelificación. Estas pectinas son capaces de formar geles en condiciones de pH entre 2,8 y 3,5 además con un contenido de sólidos solubles (azúcar) entre 60 % y 70 %.

- Pectinas con bajo índice de metoxilo: (...). Son aquellas en las cuales menos del 50 % de los grupos hidroxilo están esterificados con metanol, se estima que sólo del 20 % al 40 % de los grupos carboxilo están esterificados. Por lo tanto, la mayoría están disponibles para formar enlaces cruzados con iones divalentes como el calcio. En este caso la formación del gel ocurre por la formación de enlaces entre los cationes con moléculas de pectina, formando una red tridimensional.
- Pectinas amídicas con bajo índice metoxilo: Son pectinas de bajo índice metoxilo, que se obtienen a partir de pectinas de alto índice de metoxilo mediante desesterificación alcalina en presencia de amoniaco, por tanto, sus grupos metoxilo son sustituidos por una amida. Estas pectinas de bajo metoxilo se caracterizan porque no requieren la adición de calcio para gelificar. (Condori, 2016, p. 15)

Propiedades fisicoquímicas de la pectina

- Solubilidad: El agua es el mejor solvente para las pectinas, aunque también son solubles en formamida, dimetil formamida y glicerina caliente. La pectina es además insoluble en solventes orgánicos y en soluciones de detergentes cuaternarios, polímeros, proteínas y cationes polivalentes. (Posada, 2019)
- Acidez: Las pectinas son neutras en su estado natural, en solución tienen carácter ácido el cual depende del medio y del grado de esterificación. El pH de las soluciones de pectina varía entre 2,8 y 3,4 como función del grado de esterificación. (Posada, 2019)
- Viscosidad: Las pectinas forman soluciones viscosas en agua, esta propiedad depende del grado de polimerización de la pectina, el pH, la temperatura, la concentración y la presencia de



electrolitos. En las pectinas con alto grado de esterificación, la viscosidad aumenta debido a su incremento de peso. (Ferrerira, 2007, pp. 19-20)

Conclusiones

A nivel ambiental, el uso de los plásticos convencionales derivados del petróleo ha generado una fuerte tendencia, en el campo de la investigación, a desarrollar sustitutos amigables con el medioambiente; de esta manera, surgen los biopolímeros como una opción dentro de las mismas empresas productoras de plástico a nivel mundial. Es así como se reconoce y sustenta una demanda futura de biopolímeros en el mundo que reemplacen los plásticos convencionales.

Actualmente, la generación de residuos orgánicos es una de las principales fuentes de contaminación y acumulación de basura, los procesos de reducción y eliminación de los residuos requieren de altos consumos de energía, los cuales son costosos, por lo tanto, es necesario reducir, reciclar y reutilizar para cuidar el medioambiente, con el fin de reducir el volumen de residuos generados.

Un análisis experimental de este proyecto puede tomarse como un estudio preliminar para futuras investigaciones acerca de la producción de plástico biodegradable a partir de cáscara de maracuyá.

Referencias

- Alcaldía de Pasto. (2015). Actualización plan de gestión integral de residuos sólidos 2015-2027. https://www.pasto.gov.co/index.php/transparencia/planes-ambientales?download=14838:actualizacion_plan_de_gestion_integral_de_residuos_solidos_pgirs_2015_2027_v3
- Condori, M. (2016). *Estudio químico de la cáscara de la especie "Passiflora edulis f. flavicarpa" (Maracuyá) para su aprovechamiento en la industria* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9222>
- Decreto 4741 de 2005. (2005, 30 de diciembre). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <http://www.ideam.gov.co/s/51310/5263710+4741+2005+PREVENCION+Y+MANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTION+INTEGRAL.pdf/491df435-061e-4d27-b40f-c8b3afe25705>
- Escribano, V. (2020). *Desarrollo y caracterización de un bioplástico obtenido de la cáscara de maracuyá (Passiflora edulis)* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7450>
- Ferrerira, S. (2007). *Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial*. Universidad Nacional de Colombia.
- Flórez, C. y Rojas, A. (2018). Aprovechamiento potencial de residuos de la agroindustria caldense según su composición estructural. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(2), 143-151. <https://doi.org/10.18359/RFCB.3411>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Cadena del Pasifloras. Indicadores e instrumentos. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2020-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Mora, D. P. (2011). *El cultivo de Maracuyá (Passiflora edulis) en temporada invernal*. ICA. <https://www.ica.gov.co/getattachment/a814b577-c0c0-4369-8ecd-4f01f971cf99/El-cultivo-de-maracuya-en-temporada-invernal.aspx>
- Muñoz, N. (2015). *Obtención y caracterización de pectinas modificadas mediante tratamientos químicos y físicos* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Madrid]. Digital CSIC. <https://digital.csic.es/handle/10261/152132>
- Parra, M.(s.f.). Elmaracuyá en Colombia. CDTCEPASS. https://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/organizacao/producao/palestra_marisol.pdf
- Vanitha, T., & Khan, M. (2020). Role of Pectin in Food Processing and Food Packaging. En M, Masuelli y M. Blumengerg (Eds.), *Pectins - Extraction, Purification, Characterization and Applications*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.83677>