


Estado del arte de bioplástico proveniente de los residuos agroindustriales del plátano (musa paradisiaca), para la producción de envases biodegradables


State of the art of bioplastic from agro-industrial plantain residues (Musa paradisiaca), for the production of biodegradable packaging

Mabel Calero Zurita ^{1*} 


Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dayana De Santís Arauz ² 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Danny Rivas Sierra ³ 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Azucena Bernal Gutiérrez ⁴ 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Fecha recepción: 15 de junio de 2020

Fecha aceptación: 16 de julio de 2020

© 2020 Universidad de Córdoba. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acreditan.

¹ Estudiante, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quevedo, Ecuador, mabel.calero2015@uteq.edu.ec

² Estudiante, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quevedo, Ecuador

³ Magister, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quevedo, Ecuador, drivas@uteq.edu.ec

⁴ Magister, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quevedo, Ecuador, abernal@uteq.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo está dirigido a investigadores enfocados en la realización de productos bioplásticos, interesados en mitigar la contaminación ambiental por el uso excesivo de plásticos provenientes de petróleo. Se realizó un análisis bibliográfico sobre la base de varias investigaciones acerca de la obtención y beneficio de los biopolímeros a partir de subproductos y residuos agroindustriales provenientes del plátano. De esta manera se establecieron los métodos de extracción del almidón, los procesos para la obtención de bioplástico y se determinaron aquellas investigaciones donde se estudian los envases biodegradables utilizando como materia prima los residuos del plátano. Por lo que precede los residuos más usados en la obtención del almidón son: el raquis, pseudotallo, cáscara y hojas; los materiales utilizados para su producción en su mayoría son: la glicerina, vinagre y agua destilada; los métodos para su extracción en que se basan las investigaciones analizadas, básicamente son: en seco, húmedo, neutro y acetilación; la mayoría de los autores han utilizado el método húmedo debido a que se obtiene un mayor rendimiento, en torno al 56% de almidón, utilizando la cáscara del plátano como materia prima. Con esto se podría definir los productos utilizados para la elaboración del bioplástico las principales son: almidón, agua destilada, glicerina y ácido acético, las características que deben tomar en cuenta es la densidad(0,6049g/m³), flexibilidad, peso(1.2098g) y el tiempo de degradación(0,009g/día), para los envases se tiene que analizar los porcentajes de ceniza(1%), humedad(11.6%) y la cantidad de pH(7,84%), gramaje(98,7654 g/m²), densidad(19753,086 g/m³) y

ABSTRACT

This work is aimed at researchers focused on the production of bioplastic products, interested in mitigating environmental pollution due to the excessive use of plastics from oil. In this way, the starch extraction methods were established, as well as the processes for obtaining bioplastic, and those investigations were determined where biodegradable packaging was studied using banana residues as raw material. For what precedes the residues most used in obtaining starch are: the rachis, pseudostem, shell and leaves; the materials used for its production are mostly: glycerin, vinegar and distilled water; the methods for its extraction on which the analyzed investigations are based are basically: dry, wet, neutral and acetylation; most of the authors have used the wet method because a higher yield is obtained, around 56% of starch, using the banana peel as raw material, with this, the main products used for the production of bioplastic could be defined: starch, distilled water, glycerin and acetic acid, The characteristics that must be taken into account are density (0.6049g / m³), flexibility, weight (1.2098g) and degradation time (0.009g / day), for the containers, the percentages of ash (1%), humidity (11.6%) and the amount of pH (7.84%), grammage (98.7654 g / m²), density (19753.086 g / m³) and thickness (0.0416mm) of the material.

KEYWORDS: biopolymer, starch, biodegradability, by-products and waste

espesor(0,0416mm) del material.
PALABRAS CLAVE: biopolímero, almidón, biodegradabilidad, subproductos y residuos

INTRODUCCIÓN

El plástico se ha convertido en una parte importante en nuestro estilo de vida por su flexibilidad, ligereza, durabilidad y sobre todo su bajo costo. Se desconoce la cantidad exacta de plásticos en los mares, pero se estiman unos 5-50 billones de fragmentos de plástico, sin incluir los trozos que hay en el fondo marino o en las playas, el 80% proviene de tierra firme, el 70% queda en el fondo marino, el 15% en la columna de agua y el 15% en la superficie España (2016). Según Estévez (2019) el plástico se ha convertido en algo que nos encontramos en cualquier sitio, combinando propiedades y funcionalidad a un bajo coste, lo que ha llevado a que multiplique su presencia por 20 en los últimos 50 años y se estima que se duplique nuevamente en los próximos 20 años.

Borreani & Tabacco (2015) señalan que el plástico utilizado en la agricultura en 2013 fue 59% en Asia, 15% en Europa, 8% en Canadá, Estados Unidos y México y 6% en América Latina. En Europa, aproximadamente el 45% del plástico utilizado en la agricultura se destina al envasado de ensilaje, oscilando entre el 20% en Italia y el 80% en los países nórdicos. Desde el punto de vista de Staff (2017) el sector del plástico es estratégico en la estructura industrial del mundo. De 1950 a 2015, la industria del plástico ha registrado crecimiento constante en su producción. Asia domina actualmente la producción de plástico (49%), seguida de Europa (19%) y Norteamérica (18%).

ASEPLAS (2020) analiza que en el

Ecuador los desechos plásticos son una preocupación creciente. En la actualidad, en el Ecuador se produce unas 500.000 toneladas anuales de plástico y el consumo es de 20kg per cápita, por debajo de Europa que consumen 140kg per cápita al año, los residentes de USA consumen alrededor de 109kg por año y de América Latina donde la cifra oscila entre 40 y 50kg per cápita.

Por tal motivo se ha visto la necesidad de crear bioplásticos para de esta manera reducir la contaminación ambiental por el uso excesivo del plástico en el mundo, aprovechando los recursos que nos brinda la naturaleza para crear dicho material que sea beneficioso para el consumo humano, utilizando desperdicios de los cultivos que provienen de las fincas productoras de plátano.

Se han propuesto varios procesos para la elaboración de biopolímeros a partir de subproductos del plátano, de ahí la necesidad de compararlos y establecer el método óptimo para elaborar envases plásticos. En torno a ello, el presente trabajo se orienta a desarrollar una analogía sobre la materia prima y materiales que utilizaron otros investigadores para la elaboración de envases biodegradables a partir de diferentes fuentes de almidón proveniente de subproductos agroindustriales del plátano (musa paradisíaca), analizar bibliográficamente los procesos que se llevan a cabo en los métodos de extracción de almidón y biopolímero para la elaboración de envases biodegradables a partir de subproductos agroindustriales del plátano (musa paradisíaca) e identificar la metodología y materiales que podrían utilizarse para aportar dentro del campo

investigativo a mejorar las características de los envases biodegradables, a partir de desechos agroindustriales del producto mencionado.

1. MATERIALES Y MÉTODOS.

En la presente investigación se recurrieron a fuentes bibliográficas como: documentos de sitios web, artículos científicos y tesis; mediante el uso del método cualitativo que permitió analizar cada investigación y de ellas poder extraer lo más relevante enfocados en la investigación principal que es la producción de envases biodegradables a partir de residuos del plátano (*musa paradisiaca*).

1.1. *Materiales*

Mediante dicho análisis se pudo determinar los materiales utilizados por los investigadores, con respecto a la opinión de Mohanty, Misra, & Drzal (2002) indica que los plásticos biodegradables y los productos de polímeros de base biológica basados en materias primas agrícolas y de biomasa renovables anualmente pueden formar la base de una cartera de productos sostenibles y eco-eficientes que pueden competir y capturar mercados actualmente dominados por productos basados exclusivamente en materias primas de petróleo. Riera, Maldonado, & Palma (2018) mencionan que la agroindustria ecuatoriana representa un

sector de participación importante para la economía. Su funcionamiento genera residuos que, dada su composición y posibilidad de procesamiento, se convierte en un material de interés para ser aprovechado como materia prima en la elaboración de bioplásticos.

En cuanto a Canto Canché & Castillo Ávila (2011) mencionan los aprovechamientos del plátano como fruto en producción de harina, jaleas, mermeladas, golosinas, bebidas, vinagre, almidón y derivados. Además hacen referencia al uso de la hoja, pseudotallos y pinzotes que forman parte de la planta del plátano, en donde la fibra puede ser usada en elaborar artesanías (sombreros, abanicos, zapatos, bolsos, carteras, sacos, etc.), también dicha materia prima puede usarse para reforzar materiales compuestos, usando el pseudotallo y pinzote se obtiene la celulosa con la cual se fabrica el papel y cartón, utilizando estos materiales y las hojas se puede extraer harina para la alimentación animal, con esos mismos productos se puede crear bioenergía (biocombustibles y bioetanol).

Con lo referente a Riera, Maldonado, & Palma (2018) argumentan que el almidón presente en la cáscara de plátano o el maíz, es una fuente de provecho para la obtención de bioplástico. De acuerdo con Chodijah, Husaini, Zaman, & Hilwatulisan (2019) han utilizado las cáscaras

de plátano para extraer y evaluar la calidad de las películas biodegradables obtenidas con almidón y plastificante. Mientas Ramzy Taodharos, Mohamed Ahmed, & Zakaria Arafa (2017) enfatizan que el bioplástico elaborado con las cáscaras de plátano tiene mayor eficiencia y durabilidad, con un costo de producción menor que el plástico normal, además de poder soportar el peso más que el plástico a base de petróleo, por lo que cumplen con los requisitos de diseño para su producción.

En cambio, Piza, Ramirez, Zapata, Rolando , & Villanueva (2017) y Valenzuela, Rodriguez, & Pacheco (2018) han utilizado materiales como el agua destilada, glicerina y vinagre; como fuente principal para la obtención del almidón para la fabricación del bioplástico. A juicio de Ayala Rojas , Chavez Dominguez, Quito Garcia, Rojas Marcelo, & Ruiz Prado (2020) el material a base de hoja tiene un tiempo de degradación aproximado es de 28 días posterior al uso y almacenarse durante 6 meses según el proyecto de platos biodegradables a base de plátano.

Los materiales utilizados para la extracción del almidón se indago en las investigaciones de (Hernández, Martínez, Contreras, & Pérez (2017) en donde utilizaron frutos maduros, agua potable, 1,4 g yodo, 3,6 g yoduro de potasio, 10 ml agua destilada. Según Rendón Villalobos, Garcia, Guizado, Salgado, & Rangel

(2011) usaron plátanos machos y reactivos como anhídrido acético, hidróxido de sodio, acetona, etanol, hidróxido de potasio, fenolftaleína, ácido clorhídrico, bromuro de potasio y tolueno. Mientras que Cárdenas Freire (2018) consideró 300g de cáscara de banano y reactivos como: solución de iodo al 0,1 N., ácido clorhídrico, solución de Fehling, hipoclorito de sodio al 10%. A juicio de Hernández , Morales, Marín , Lambis, & Pasqualino (2015) propone materiales como plátanos verdes, ácido ascórbico 1%, ácido cítrico 3%, hipoclorito 1%. Además, García-Suárez, y otros (2003) plantearon los materiales como el: plátano verde o maduro, ácido cítrico 0,3%.

Desde el punto de vista de Núñez Rueda (2003) menciona los siguientes materiales para la extracción del producto como: 8 kg de banano verde variedad Enano Ecuatoriano, enzima amylase AG 300 L, enzima pectinex Ultra SP-L, bisulfato de sodio, agua destilada, solución de bisulfato Na. También Valenzuela, Rodriguez, & Pacheco (2018) agregaron cáscaras de plátano, hojas de plátano, maicena, glicerina, vinagre, agua destilada, gelatina sin sabor. Según (Mazzeo Meneses, Leon Agatón , Mejí Gutiérrez, Guerrero Mendieta, & Botero López (2010) utilizó el plátano Dominico-Hartón (Musa AAB Simmonds) que se obtuvieron de los rechazos postcosecha, e hipoclorito de sodio al 1%, ácido cítrico (0,3%).

1.2. Métodos

1.2.1. Extracción del almidón

Los métodos utilizados para la extracción del almidón desde el punto de vista de Hernández, Martínez, Contreras, & Pérez (2017) analizaron el método seco que reside básicamente en la molienda del fruto después de secado, obteniendo de este proceso harina, para su posterior tamizado y así obtener el almidón. El porcentaje de extracción que obtuvo fue de 70,29% en seco. Citando a Rendón Villalobos, Garcia, Guizado, Salgado, & Rangel (2011) ellos se enfocaron en el método de acetilación que radica en una reacción que introduce un grupo acetilo en un compuesto para realizar la modificación química del almidón. Teniendo en cuenta a Cárdenas Freire (2018) donde utilizó dos métodos; el método húmedo: en donde (seleccionan las cáscaras, lavado de cáscaras, licuado, filtrado, sedimentación, decantación, secado, tamizado, y almacenado) y el método en seco: (selección de la cáscara, lavado de las cáscaras, licuado, secado y tamizado.); el porcentaje que se obtuvo de la extracción del almidón fue el siguiente: 42,63% en seco y 22,30% en húmedo. A juicio de Hernández, Morales, Marín, Lambis, & Pasqualino (2015) verificaron el uso del método en seco y húmedo, en donde solo utilizaron en el método

húmedo que consistió en: lavado, desinfección, troceado, inmersión en antioxidante, trituración, lavado y tamizado, decantación del líquido de lavado, eliminación de sobrante, lavado y tamizado, secado (40 °C, 10 horas) y tamizado final, donde se adquirió de la extracción fue el siguiente porcentaje: 60,17% en húmedo.

Con respecto a cómo plantea García-Suárez, y otros (2003) el método neutro que consisten en colocar la materia prima en una solución antioxidante, para después triturarla, eliminación de sobrante, por último, secado donde se obtuvo de la extracción de almidón el siguiente porcentaje 76% en neutro. Según Piza, Ramirez, Zapata, Rolando, & Villanueva (2017) se enfatizó en el método seco extracción de endocarpio, reposar en ácido cítrico por 15min, secado en la estufa al vacío a 25 °C por 24 horas, molienda mecánica utilizando el molino, molienda manual usando el mortero, tamizado, por último, se guarda en un recipiente. De acuerdo con Mazzeo Meneses, Leon Agatón, Mejía Gutiérrez, Guerrero Mendieta, & Botero López (2010) también se enfocaron en el método seco y húmedo, donde los porcentajes que se consiguió de la extracción de almidón en los dos métodos que analizaron fue de 56,76% en húmedo y 49,54% en seco.

1.2.2. *Obtención del bioplástico*

En cuanto al proceso de obtención del bioplástico según Piza, Ramirez, Zapata, Rolando, & Villanueva (2017) solo mezcló el almidón con agua destilada, glicerina, vinagre y pegamento de arroz; extendió la mezcla y dejó secar por 24 horas al ambiente hasta obtener el producto deseado. Desde la posición de Cárdenas Freire (2018) verificó el uso del almidón, agua destilada, glicerina y ácido acético; para la obtención de dicho bioplástico. Desde el punto de vista de Allende Martínez, Casiano Méndez, Cruz Salas, Huerta Zamarripa, & Quintero Domínguez (2018) dentro de la obtención del bioplástico consideró almidón, 3 ml de (ácido clorhídrico) HCl, 3 ml de (hidróxido de sodio) NaOH al 10% y 2 ml de glicerina. De acuerdo con Chinchayhuara Capa & Quispe LLaure (2018) manipuló almidón de maicena, agua destilada, vinagre blanco, glicerina y cascara de plátano.

1.2.3. *Fabricación del envase*

Para la fabricación de los envases Pérez Huaman (2019). Consideró el uso del raquis, la cáscara y el pseudotallo para la elaboración de bolsas de pan, envases de bocaditos y fuentes utilizables de diferentes tamaños. Con los desperdicios del plátano obtuvieron los siguientes espesores los moldes para fabricar dicho producto bioplástico; el raquis 0,2 mm plato ovalado, 0,05 mm plato rectangular y 0,1 mm bolsa rectangular; el

pseudotallo 0,175 mm plato circular, 0,18 mm ovalado y 0,08 mm rectangular, por último, la cáscara 0,075 mm plato circular, 0,025 mm plato sopera y 0,025 mm bolsa rectangular. En donde los espesores (0,1375 mm promedio de moldes de envases de raquis, 0,145 mm promedio de moldes de envases de pseudotallo y 0,0416 mm promedio de moldes de envases de cáscara), concluyeron que son resultados óptimos para la elaboración de envases biodegradables.

2. Resultados

Analizando los resultados de Zamora Bustillos (2017) en donde argumenta que el raquis como subproducto en la obtención de cartón proporciona mejores características tanto físicas como químicas, lo que se traduce a un cartón con baja absorción de agua a pesar de no poseer agentes encolantes, un gramaje promedio ideal de 1048,59 g/m², un espesor 2,5331 mm, humedad de 13,11% aceptable, y además un pH de 7,81 que está dentro de los rangos que le confieren una vida útil larga y resistente, uno de sus mejores características es la resistencia a la absorción de agua.

Según Mohapatra, Prasad, & Sharma (2014) menciona que la película polimérica a base de pH neutral, con tiempo de residencia 15 min, a

una temperatura constante y con una resistencia máxima de 0,3435 N/mm², fueron los mejores resultados obtenidos. Debtera (2019) ratifica que la mejor película plástica a base de la cáscara de plátano la obtuvieron con un pH neutro, tiempo de residencia 15 min y cantidad de plastificante 3 ml, que dio como resistencia a la tracción 0,1445 N/mm² y porcentaje de absorción de agua 18,18.

Perez Huaman (2019) plantea que los envases

obtenidos en su investigación son de color amarillento, ligeramente liso, sin olor y sabor, que puede ser utilizados como: bolsas de plan, platos de diferentes presentaciones, recipientes decorativos, entre otros. Los mejores resultados obtenidos fueron del raquis, consiguiendo un color mucho más blanco amarillento que el pseudotallo y la cascara, y en cuanto a la textura, la cascara de plátano es el más liso entre los otros dos.

Tabla 1: Propiedades físico-químicas

Propiedades Físicoquímicas						
	Ceniza	Humedad	pH	Gramaje	Densidad	espesor
Raquis	6%	11%	8,74	50,6616 g/m ²	(10132,325 g/m ³)	(0,1375mm)
Cáscara	1%	11,60%	7,84	98,7654 g/m ²	19753,086 g/m ³	0,0416mm
Pseudotallo	2%	11,6%	8,12	68,0529 g/m ²	13610,586 g/m ³	0,145mm

Fuente: (Perez Huaman, 2019)

3. CONCLUSIONES

Este estudio aprovechó el agua filtrada de los túneles de fondo de la presa la Esperanza que día a día son desechados, los mismos que podrían abastecer de agua limpia a los habitantes de la parroquia Quiroga cuyo uso permitirá el mejor desempeño de la planta de

tratamiento actual.

Las galerías filtrantes de la Presa la Esperanza aportan un caudal de 10 litros por segundo, caudal suficiente para abastecer a la parroquia Quiroga para una población futura mayor a 20 años

Se determinó una serie de parámetros de diseños recomendado por las normas del SSA

para el diseño de abastecimiento de agua tales como: Fuente de abastecimiento, captación, conducción y la planta de tratamiento, los mismos que cumplen para el abastecimiento a la Parroquia Quiroga.

Se realizó el diseño de la línea de conducción con el sistema de bombeo desde la galería filtrantes de la Presa la Esperanza hasta la planta de tratamiento, los que se halló la necesidad de un diámetro interno de 103.2 mm y que soporte presiones de 0.657 Mpa, además se determinó una bomba mínima de 3.78 hp de potencia.

REFERENCIAS

- [1]. Andrés Sahuquillo, E. C. (2010). Modelos De Uso Conjunto De Aguas Superficiales Y Subterráneas.
- [2]. Briere, F. G. (2005). Distribución De Agua Potable Y Colecta De Desagües Y De Agua Lluvia.
- [3]. Correia, P. (2001). Guía Práctica Del Gps.
- [4]. Félix Pinto, R. (2013.). Geomatica Tecnologías De Punta.
- [5]. Freddy Hernán Corcho Romero, J. I. (2005). Acueductos: Teoría Y Diseño .
- [6]. Harper, G. E. (2003). Manual De Instalaciones Electromecánicas En Casa Y Edificios: Hidráulicas, Sanitarias, Aire Acondicionado, Gas, Electricas Y Alumbrado.
- [7]. Jaime Arviza Valverde, I. B. (2002). Ingeniería Rural: Hidráulica.
- [8]. L., R. P. (2009). El Levantamiento Topográfico: Uso Del Gps Y Estación Total.
- [9]. Marquez, F. G. (2003). Curso Básico De Topografía. Editorial Pax Mexico.
- [10]. Pedro Martínez Pagan, E. A. (2004). Técnicas Geoeléctricas Para La Detección Y Monitorización De Filtaciones En Embalses, 29.
- [11]. Restrepo, G. R.-J. (2008). Fundamentos De Limnología Neotropical.
- [12]. Rocha Felices, A., (2007). Hidráulica De Tuberías Y Canales (1th Ed.), Lima, Perú: Universidad Nacional De Ingeniería.
- [13]. Sandobal, W. (2012). [Http://Noticias.Espe.Edu.Ec/Wsandova1/Files/2012/08/Embalses-Y-Presas.Pdf](http://Noticias.Espe.Edu.Ec/Wsandova1/Files/2012/08/Embalses-Y-Presas.Pdf).
- [14]. Sena, S. D. (2012). Calidad Del Agua. Programa De Capacitación Y Certificación Del Agua Potable Y Saneamiento Básico.

