



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AMBIENTAL

Elaboración de bioplástico usando la cáscara de Musa × paradisiaca

(plátano) recolectada del mercado Modelo, Chiclayo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Br. Chuquista Gutierrez, Jorge Alonso (ORCID: 0000-0001-5664-1649)

Br. Uriarte Chapoñan, Erick Jhonatan (ORCID: 0000-0003-2245-8824)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

Chiclayo – Perú

2020

Dedicatoria

Nosotros, Chuquista Gutierrez Alonso y Uriarte Chapoñan Erick, dedicamos el presente trabajo de investigación a Dios por mantenernos con salud y permitirnos seguir adelante, observando cada paso que damos.

Orgullosamente, a nuestros padres por sus esfuerzos para apoyarnos a alcanzar nuestros objetivos, estando siempre en nuestro lado en los momentos más difíciles, demostrándonos su amor y apoyo incondicional.

A nuestros asesores, los cuales nos orientaron y guiaron para alcanzar la meta propuesta y dar por concluida esta investigación.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por darnos la sabiduría y la voluntad para haber superado los obstáculos y mantenernos firmes en nuestro camino, a nuestros padres y hermanos por el apoyo incondicional y la confianza otorgada, a nuestra casa de estudios por los conocimientos que nos otorgaron durante el proceso de formación y a nuestros asesores por el apoyo y la paciencia en todo momento para cumplir nuestros objetivos.

Los autores

Página del jurado

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JOSE ELIAS PONCE AYALA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO USANDO LA CÁSCARA DE MUSA × PARADISIACA (PLÁTANO) RECOLECTADA DEL MERCADO MODELO, CHICLAYO", del (los) autor (autores) ERICK JHONATAN URIARTE CHAPOÑAN, JORGE ALONSO CHUQUISTA GUTIERREZ, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 25 de julio de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JOSE ELIAS PONCE AYALA DNI: 16491942 ORCID 0000-0002-0190-3143	Firmado digitalmente por: PAYALAJE el 25 Jul 2020 15:25:22

Código documento Trilce: 25629



Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tabla	viii
Índice de gráficos y figuras.....	ix
Índice de anexos	x
Índice de abreviaturas	xi
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimiento	16
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	21
VI. CONCLUSIONES.....	24
VII. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS.....	26
Anexos	31
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	38
Reporte de turnitin.....	39
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	40
Autorización de la versión final de trabajo de investigación	41

Índice de tabla

Tabla 1. <i>Taxonomía de Musa x paradisiaca</i>	12
Tabla 2. <i>Instrumentos de elaboración de bioplástico</i>	15
Tabla 3. <i>Fórmulas usadas para la elaboración del bioplástico</i>	18
Tabla 4. <i>Evaluación de biodegradabilidad de muestra</i>	18

Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 01.</i> Recolección de la materia prima	17
<i>Figura 02.</i> Evaluación de la biodegradabilidad en tres muestras	19
<i>Figura 03.</i> Modelo de recipiente a escala pequeña con el bioplástico obtenido	20

Índice de anexos

Anexo 1: Operacionalización de variables	31
Anexo 2: Diagrama de flujo de la elaboración de bioplástico usando la cáscara de Musa x paradisiaca (plátano)	32
Anexo 3: Materia prima para elaboración de bioplástico	33
Anexo 4: Materiales e instrumentos para elaboración de bioplástico	34
Anexo 5: Elaboración de bioplástico	35
Anexo 6: Bioplástico	36
Anexo 7: Ensayo de biodegradabilidad del bioplástico en suelo húmedo, agua y temperatura ambiente	37

Índice de abreviaturas

CH₄ : Metano

cm : Centímetros

CO₂ : Dióxido de Carbono

g : Gramos

GO : Óxido de grafeno

h : Horas

H₂O : Agua

ml : Milímetro

ONU : Organización de las naciones unidas

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal, elaborar bioplástico usando cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) recolectada del mercado Modelo, Chiclayo. Se utilizó este residuo orgánico, ya que, es una de las frutas que más se comercia en dicho lugar, siendo un desecho útil para la elaboración de bioplástico. El tipo de investigación fue descriptiva, la población está conformada por todos los desechos de cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano), la muestra está conformada por 2.5 Kg de *Musa x paradisiaca*. Primero se recolectó los 2.5 kg de plátano, luego se descascaró consiguiendo 468g de cáscaras, por consiguiente, se ejecutó 3 procedimientos para elaborar bioplásticos; 145 g, 154g y 169g respectivamente usando materiales como glicerina, vinagre blanco, maicena y agua. El bioplástico producido por el tercer procedimiento obtuvo mejor calidad de resistencia y flexibilidad ya que se le redujo la cantidad de agua. Por consiguiente, se realizó ensayos de biodegradabilidad del producto del bioplástico por un periodo de 7 días, se pusieron 3 muestras de 5 cm de largo y ancho cada una en agua, suelo húmedo y temperatura ambiente respectivamente. Finalmente, con el producto de elaboración se fabricó un envase de bioplástico en forma de sobre con unas medidas de 20 cm de largo y 8.5 cm de ancho, concluyendo que los residuos de la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) son eficientes para la elaboración de bioplástico, ya que, proporciona buena resistencia, elasticidad y flexibilidad.

Palabras clave: Bioplástico, biodegradabilidad, *Musa x paradisiaca*

Abstract

The present research work has as main objective, make bioplastic using *Musa x paradisiaca* (banana) peel collected from the Modelo market, Chiclayo. This organic residue was used, as, it is one of the fruits that is most widely traded in that place, being a useful waste for the production of bioplastic. The type of research was descriptive, the population is made up of all *Musa x paradisiaca* (banana) peel debris, and the sample is made up of 2.5 Kg *Musa x paradisiaca*. First the 2.5 kg of banana was collected, then shelling out getting 468g of shells, therefore, 3 procedures were executed to make bioplastics; 145g, 154g and 169g respectively using materials such as glycerin, white vinegar, cornstarch and water. The bioplastic produced by the third procedure obtained better quality of resistance and flexibility since the amount of water was reduced. Therefore, biodegradability tests of the bioplastic product were carried out for a period of 7 days, 3 samples of 5 cm long and wide each were placed in water, moist soil and room temperature respectively. Finally, With the elaboration product, a bioplastic container in the shape of an envelope was made, measuring 20 cm long and 8.5 cm wide, concluding that the residues of the husk of *Musa x paradisiaca* (banana) are efficient for the production of bioplastic, as, it provides good resistance, elasticity and flexibility.

Keywords: Bioplastic, Biodegradability, *Musa x paradisiaca*

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación buscó una solución ambiental a partir de la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) para la elaboración de un producto biodegradable que pueda ser usado como reemplazo de los plásticos sintéticos para reducir la contaminación por estos polímeros mal usados.

Los bioplásticos son una inmensa variedad de materiales diferentes derivados de las plantas. Estos biopolímeros se definen con una base biológica, por lo tanto, estos materiales orgánicos o producto se originan de la biomasa según European bioplastics.

Hoy en día la fabricación de plástico ha aumentado considerablemente en todo el mundo llegando a ser un gran problema ambiental, ya que, éstos pueden durar cientos de años en descomponerse causando deterioros y contaminación en el ambiente. Existen grandes cantidades de estos residuos los cuales perjudican los ecosistemas en especial nuestro ecosistema marino Elías (2015).

Biedermann et. al (2019) es de sumo interés elegir y utilizar envases reutilizables o resultantes de materiales renovables, en este caso orgánicos por motivo de ser naturales, por lo tanto, esta investigación tuvo como finalidad elaborar un bioplástico que tenga las mismas cualidades que un plástico sintético usando la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) para así dejar de lado poco a poco el empleo de plásticos sintéticos y poder mitigar la contaminación que éstos causan al ambiente.

En el Perú, según Pizá et al. (2017) los residuos de plátano son un desecho orgánico que se producen a elevadas cantidades en el departamento de Piura, lo que se atribuye a la gran elaboración de chifles y harina de plátano originado en las empresas chifleras.

El incremento del uso del plástico ha causado graves problemas en nuestro ambiente ya que a diario se emplean un sinnúmero de artículos plásticos en la vida cotidiana del hombre. La fabricación de éstos tiene como componente principal el petróleo siendo éste un recurso no reemplazable y su extracción es cada vez menor, esta sustancia puede ocasionar impactos negativos en la salud humana o en nuestros recursos (agua, suelo y aire), afectando a los ecosistemas Galindo (2018).

Según Welle (2018) la Organización de las Naciones Unidas (ONU) calcula que anualmente en el mundo se usa aproximadamente 500.000 millones de bolsas plásticas, la mayoría de éstas a base de polietileno, un producto que demora al menos 500 años en degradarse, y que cada año 13 millones de toneladas de plástico llegan a parar al océano. Esto quiere decir que nuestro ecosistema marino está en graves problemas por la gran acumulación de artículos sintéticos, por lo tanto, la fauna marina se ve afectada a causa de la gran cantidad de este producto.

La problemática que se observa en el día a día es el numeroso uso de los plásticos sintéticos de todas sus formas debido a la elevada demanda y almacenamiento de éstos afectando drásticamente al ambiente. El tiempo de uso de estos plásticos es corto y luego son desechados en ríos, lagos, océano, botaderos demorando años en degradarse, por lo tanto, es preferible optar por materiales orgánicos para la fabricación de bioplásticos y así eliminar el uso de los plásticos sintéticos Mórtola (2011).

A consecuencia de lo detallado, la formulación de nuestro problema fue ¿Cómo elaborar bioplásticos usando la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) que tengan las propiedades que se necesitan para que sea útil por las personas?

Por ello, se justifica nuestro problema en el presente trabajo de investigación el cual propone la elaboración de bioplástico usando la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) debido a que actualmente se usa de forma exagerada los plásticos sintéticos, siendo este último un grave problema para el medio ambiente afectando todos los ecosistemas principalmente los ecosistemas marinos, por lo tanto, en la parte ambiental es necesario optar por materiales orgánicos para la fabricación de bioplásticos ya que éstos benefician a la población y al medio ambiente. En la parte económica los materiales para elaboración de bioplásticos son económicos ya que son mayormente residuos orgánicos que se puede conseguir con facilidad en los mercados, siendo de su uso más eficiente para la protección del medio ambiente.

Por último, en la parte social, a varias personas no saben o poco les interesa el cuidado del ambiente, desechan sus residuos sólidos en lugares inadecuados sin tener discreción, por lo que es necesario que la población tome conciencia y disminuyan el uso que le dan a los plásticos sintéticos y vean que los bioplásticos son la mejor alternativa para el cuidado del ambiente.

Por consiguiente, para detallar nuestro trabajo de investigación hemos planteado como hipótesis: Ha: Los bioplásticos elaborados a partir de la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) reemplazan a los plásticos sintéticos y el Ho: Los bioplásticos elaborados a partir de la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) no reemplazan a los plásticos sintéticos.

Por lo que, basándonos en nuestra información, nosotros hemos planteado como objetivo general la Elaboración de bioplástico usando la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) y como objetivos específicos Recolectar la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano), Elaborar el bioplástico a partir de la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano), Evaluar la biodegradabilidad en agua, suelo húmedo y temperatura ambiente del bioplástico y por último Fabricar un modelo de recipiente a escala pequeña con el bioplástico obtenido.

II. MARCO TEÓRICO

Como primer antecedente internacional, los autores Fernández y Vargas (2015), en su trabajo denominado “Elaboración de un plan de negocios para determinar la factibilidad de la producción de bioplásticos a partir de la papa en contra de la contaminación en Colombia”, nos da a entender que el bioplástico es la mejor opción que existe para combatir el uso desmedido que le dan al plástico, ya que se degrada en poco tiempo. Los plásticos sintéticos son un grave problema para el ambiente, a pesar de que tienen ventajas de uso es nuestra vida diaria duran muy poco tiempo en nuestras manos, por lo tanto, son desechados fácilmente y llegan ser arrojados al mar, afectando el ecosistema marino.

Los autores de esta investigación nos dan a conocer la importancia que tienen los bioplásticos ya que en la actualidad mayormente se usan los plásticos (bolsas, botellas, tapas, etc) que se demoran años en degradarse y tienen corta duración en su uso para luego ser desechados en el ambiente.

Según M.Lubis et al. (2017), en su estudio denominado “Producción de bioplástico a partir de almidón de semilla de jaca (*Artocarpus heterophyllus*) reforzado con celulosa microcristalina a partir de cáscara de vaina de cacao (*Theobroma cacao L.*)”. Utilizó glicerol como plastificante”, nos da a conocer la importancia de este almidón de semilla de jaca en la producción de bioplásticos reforzándolos con celulosa de la cáscara de vaina del cacao, en su elaboración usaron el método de fundición agregándole glicerol como plastificante al 20% dando como resultado un bioplástico resistente. Por otro lado, nos mencionan que los bioplásticos son un tipo de plásticos renovables ya que provienen de componentes orgánicos ya sean las plantas, almidón, lignina, celulosa o hasta de animales.

Continuando con Maulida et al. (2018) en su investigación llamado “Utilización de almidón de semilla de mango en la fabricación de bioplástico reforzado con arcilla de micropartículas utilizando glicerol como plastificante” donde utilizó la drupa *Mangifera indica* para fabricar bioplástico a partir del almidón de la semilla, este biodegradable producto beneficia al ambiente ya que actualmente se usan los plásticos convencionales provocando problemas ambientales. Por lo tanto, las producciones de estos bioplásticos son importantes e innovadoras para resolver los problemas que causan deterioros en nuestros ecosistemas.

En esta investigación, los autores usaron el almidón de la semilla de mango para la producción de su bioplástico ya que esta semilla tiene elevadas reservas de macromoléculas, por lo tanto, el almidón de la semilla de mango fue aprovechable para la fabricación de bioplásticos.

Según Amri A et al. (2018) en su investigación titulado “Mejora de propiedades de bioplásticos a base de almidón de yuca con adición de óxido de grafeno” nos enseña el rendimiento de los bioplásticos a base de almidón de yuca ha mejorado con éxito mediante la adición de rellenos de óxido de grafeno (GO). Usaron un plastificante de glicerina para sintetizar el material compuesto por el método de intercalación de almidón, en el que la tasa de cambio del relleno GO fue 5-15% v / v, y el tiempo de aleación fue de 30 minutos y 60 minutos. Se realizó un estudio de los efectos del contenido de GO y su tiempo de mezcla respecto a las propiedades mecánicas, la absorción de H₂O y su biodegradación.

Como se ha dicho, estos autores nos señalan que a medida que aumenta el contenido de GO, aumenta la absorción de agua y la biodegradación, y a medida que aumenta el tiempo de mezcla, la absorción de agua y la biodegradación también disminuyen. El GO es un relleno prometedor para el desarrollo de fabricación de bioplásticos a base de almidón de yuca.

Siguiendo con Ruiloba et al. (2018) en su estudio llamado “Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango”, nos dice que actualmente el uso exagerado del plástico está provocando impactos negativos en el ambiente, es por eso que la investigación fue esencial para descubrir nuevos métodos recurriendo a materiales naturales de los recursos renovables para así fabricar bioplásticos que puedan degradarse en poco tiempo; en su estudio descubrió que el almidón de las semillas de mango tienen iguales características a otros almidones para luego proceder a la elaboración de bioplásticos biodegradables agregándole glicerina.

Según estos autores tratan de decir que gracias al exagerado uso del plástico podemos investigar más a fondo los residuos orgánicos en este caso la cáscara y la semilla de mango para así fabricar plásticos biodegradables y poder dejar poco a poco de lado los plásticos sintéticos.

Por otro lado, Biedermann et. al (2019) en su investigación denominado “Elaboración de bioplásticos: reconfiguración material de las prácticas alimentarias cotidianas”, nos comenta que actualmente el plástico es usado exageradamente en nuestras casas, alimentos, arrojados al océano y más acciones en donde perjudica drásticamente al ambiente. Hay problemas con el uso de este polímero siendo difícil de reemplazar, por lo tanto, para resolver este problema, estos autores realizaron una investigación basada en un diseño de elaboración de vajillas bioplásticas, su objetivo fue hacer que estas alternativas de solución fueran accesibles. Sus experimentos muestran que, en los hogares la fabricación de bioplásticos y el diseño de envases de vajillas y cubiertos originan nuevos aprendizajes y nuevos hábitos alimenticios sostenibles.

Por otro lado, Jimenez (2019), en su investigación “Análisis del bioplástico de banano desde la perspectiva del diseño industrial para posible aplicación en diseño de producto”. Actualmente miles de materiales están siendo investigados para descubrir sus capacidades y generar aplicaciones que protejan el medio

ambiente, cambiando los materiales antiguos que lo destruyen. Por esto se realizó una exploración del bioplástico de banano, un material biodegradable proveniente de una fuente renovable, que contribuye a reducir la contaminación, ya que no proviene del petróleo.

Como se ha dicho, el autor nos da a entender que en la actualidad se viene investigando materiales orgánicos que sean capaces de degradarse en poco tiempo y sean de utilidad para las personas con el fin de preservar el medio ambiente; el bioplástico es una alternativa de solución, ya que es capaz de degradarse en poco tiempo.

Como dice Iguardia (2013), en su investigación denominada Síntesis y caracterización de bioplástico a partir de almidón de banano verde (*Musa sapientum variedad cavendish*), donde realizó su estudio con el fin de revelar si el almidón de banano verde fue apto para la elaboración de bioplásticos, demostrando así sus características como material orgánico, de este modo poder elaborar bioplásticos proponiéndolo como alternativa eficiente con el fin de que el hombre se acostumbre a su uso para ponerle fin al uso exagerado de los plásticos sintéticos, ya que son un problema severo para el ambiente. Es necesario optar por el uso de bioplásticos para la salud del ser humano y protección del medio ambiente.

El autor da a conocer que en su investigación descubrió que el almidón de banano verde es un material orgánico adecuado para la fabricación de un bioplástico teniendo características necesarias y de buena calidad, contribuyendo a la protección del medio ambiente usando estos bioplásticos a base de residuos orgánicos dejando de lado a los plásticos sintéticos

Sostienen Yamunaqué et al. (2019), en su trabajo de investigación llamado Diseño de un sistema productivo para la obtención de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C. Actualmente en el

Perú se está dejando de lado el uso excesivo del plástico, mayormente de las bolsas sintéticas, se está llevando a cabo el uso de bolsas de tela en los mercados u otros lugares donde usan desmesuradamente las bolsas plásticas, esta acción ha incentivado a las empresas a buscar alternativas de solución. El motivo de esta investigación fue dar a conocer la propuesta de fabricar bioplásticos a partir del almidón de yuca que sean útiles para las personas contribuyendo al cuidado del ambiente.

Lo que mencionan estos autores nacionales es que en los mercados nacionales se usan bastante las bolsas plásticas, por lo tanto, es necesario saber que la solución para dejar de lado estas bolsas sintéticas es fabricar bolsas biodegradables a partir de materiales orgánicas.

Por otro lado Sánchez (2017), en su investigación titulada “Comparación de la calidad de bioplásticos obtenidos del almidón de los residuos de papa y camote de restaurantes del mercado central del distrito de Independencia, 2017”; trata sobre las amontonadas porciones de residuos orgánicos desechados por los restaurantes de dicho mercado, es así que se manifiesta la idea de elaborar bioplásticos con el almidón de estos residuos (papa y camote) con el fin de reducir la contaminación en el medio ambiente. En la investigación se comparó quien tiene mayor elongación, tracción, resistencia, dureza, y por último teniendo ya los resultados se comparó estos bioplásticos con las características de los polietilenos de baja densidad.

En resumen, lo que se quiere llegar a lograr es la reutilización de residuos orgánicos siendo estos desechos de restaurantes, mercados; para la elaboración de un bioplástico que sea capaz de tener mayor fuerza de tracción y elongación para su uso, así dejando de lado el uso de plásticos sintéticos.

Como dicen Llerena y Monzón (2017), en su investigación denominado “Elaboración de un envase biodegradable a partir de almidón obtenido de arroz quebrado (*Oryza sativa*), queratina obtenida de residuos avícolas (plumas) fortificado con residuos de cáscaras de mango (*Mangifera indica*)”, su estudio consistió en lograr un envase biodegradable utilizando diferentes residuos orgánicos como el arroz, las cáscaras de mango y las plumas de pollo ya que éstos provienen de distintas actividades económicas como la agricultura, avícola y comercial.

En pocas palabras, se puede fabricar distintos bioplásticos a partir de materias primas que son producto de las actividades mencionadas por los autores.

Según Bejarano (2018), en su investigación llamada “Estudio de las propiedades mecánicas de un biopolímero a partir del contenido de almidón de cáscara de plátano”, nos comenta que las industrias están obligadas a usar nuevos métodos o tecnologías para producir bioplásticos a base de residuos orgánicos para que éstos puedan sustituir los plásticos sintéticos. Si las personas dejaran de usar dichos bioplásticos compuestos de petróleo se podría reducir su uso en un 80% y comenzaran a usar los bioplásticos sería un gran cambio positivo para el medio ambiente, ya que, reduciríamos un gran impacto negativo que se ha estado presentando hace varios años.

Como se mencionó antes, las industrias deben implementar nuevas tecnologías para la elaboración de bioplásticos a base de residuos orgánicos dejando de lado el uso del petróleo en la elaboración de plásticos sintéticos, para así contribuir con el cuidado del medio ambiente.

También Meza (2016) en su trabajo de investigación denominado “Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio” nos explica sus pasos de cómo se elaboró bioplástico a partir del almidón de papa, siendo su

variedad “Yungay”; y además evaluó la biodegradabilidad del producto obtenido teniendo como referencia la norma ISO 17556:2012, por lo tanto, su investigación se dividió en tres pasos: extracción del almidón, elaboración del bioplástico y ensayo de biodegradabilidad del bioplástico, utilizando distintos procesos de metodología como: método por decantación, método por hidrólisis química del almidón de papa y por último para el método de degradación usó método del compost, de esta manera se logró resultados favorables en la degradación del bioplástico.

Con respecto a la elaboración del bioplástico, el almidón viene a ser una de las materias orgánicas más importantes para la fabricación del biopolímero ya que tienen propiedades favorables como la amilosa y amilopectina otorgándole resistencia y flexibilidad.

Analiza Lama (2018), en su trabajo de investigación titulado “Elaboración de bioplástico aprovechando la pectina presente en la cáscara de naranja valencia (citrus x sinensis) reforzado con almidón de yuca a nivel de laboratorio – UCV sede Lima norte 2018”, donde elaboraron el bioplástico con un proceso que comenzó con mezclas de almidón de yuca, glicerina, H₂O y ácido acético (0,5 N). La aleación de los materiales estuvo en constante movimiento en baño maría a 65°C por un periodo de 15 minutos, luego la mezcla viscosa se vació en moldes de aluminio de 26x23 cm, finalmente llevarlo a estufa para secado a 40°C por un periodo de 15 horas.

Con respecto a la elaboración del bioplástico es de importancia saber los pasos que se llevaron a cabo en los distintos procesos y de conocer las condiciones adecuadas para su fabricación agregando los aditivos necesarios para su secado en un determinado tiempo.

Mencionan Pimentel y Piscocoya (2017), en su estudio denominado “Expectativas del uso de envases bioplásticos para incursionar a nuevos mercados por las empresas frutícolas exportadoras del departamento de Lambayeque en base al desarrollo sostenible en el año 2015”, nos informa que en la actualidad el arrojamiento de los residuos plásticos viene a ser uno de los problemas más grandes de contaminación que afronta el mundo, afectando todos los ecosistemas principalmente los marinos.

Sin embargo, varias empresas han tomado conciencia sobre este tema del uso desmedido del plástico, por lo tanto, han optado por descubrir opciones donde elaboran estos bioplásticos a base de recursos naturales ya que su biodegradabilidad es de corta duración a diferencia de los plásticos comunes, los bioplásticos brindan calidad, protección al medio ambiente y salud a las personas.

De acuerdo con los autores, los bioplásticos son una solución apropiada ya que garantizan la protección del medio ambiente, por lo que las empresas han optado por fabricar envases de bioplásticos a partir de recursos renovables y naturales, ya que nos brindan salud y bienestar ambiental.

El bioplástico según Meza (2016) dice que estos materiales orgánicos pueden desarrollar una descomposición biológica (aeróbica y anaeróbica), por lo tanto, los microorganismos como: bacterias, hongos y algas realizan esta acción de descomposición bajo condiciones en la biosfera, por lo tanto, tienen la capacidad de degradarse por acción enzimática manteniendo sus condiciones normales del medio ambiente, esto quiere decir que es poco el tiempo de biodegradación de estos materiales orgánicos.

La *Musa x paradisiaca* (plátano) según Casallas (2010) citado por Cárdenas (2018) tiene un importante valor nutricional. Las importantes características de este fruto se representa por su elevado contenido de potasio, carbohidratos y fósforo. El potasio es el compuesto más abundante en esta fruta, es un mineral

esencial que controla el cuerpo, el equilibrio electrolítico y es importante para la función muscular y la transmisión del impulso nervioso.

En la siguiente tabla se observa la taxonomía de la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano),

Tabla 1. *Taxonomía de Musa x paradisiaca*

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>M. paradisiaca</i>

Fuente: López et al. (2014)

Las cáscaras de plátano como dice Lambis et al. (2015) citado por Pizá et al. (2017) estos residuos orgánicos se originan de forma abundante en todo el mundo, este desecho orgánico es rico en almidón, por lo tanto, es muy usado en las industrias. Las cáscaras de plátano pueden tener varios usos como: elaborar compost, fabricar bioplásticos, también en fertilizantes en plantas y como fuente para extraer pectina.

Los plásticos de acuerdo con Gómez (2016), son aquellos materiales que contienen proteínas, resinas u otras sustancias que son fáciles de vaciar y puede medicar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura, éstos están hechos de petróleo que siendo un recurso no renovable puede causar un impacto negativo en el medio ambiente ya que tienen un tiempo de degradación de varios años.

Degradación de plásticos según Gorgonio (2012) los plásticos son producidos por petróleo, esta sustancia se encuentran en reservas de energía fósiles. La degradación del plástico es lenta porque tiene una reacción de los radicales libres, esto hace que sus moléculas se degraden lentamente, de modo que el oxígeno atmosférico se mezcla con el carbono y el hidrógeno provocando una hibridación que causa consecuencias como: pérdida de propiedades plastificantes tales como flexibilidad, elasticidad, dureza y resistencia.

La biodegradabilidad según Rodríguez (2012) nos comenta que se trata de procedimientos que especifican la mineralización de las estructuras orgánicas mediante microorganismos, éstos transforman los bioplásticos en dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), H_2O y biomasa. Hay dos categorías de biodegradabilidad, primaria y secundaria, la primera sufre discretas alteraciones en la molécula original perdiendo sus propiedades físico-químicas y en la secundaria la sustancia química se metaboliza por los microorganismos transformándolos en carbono y energía para luego convertirse en compuestos inorgánicos.

Almidón según Llerena y Monzón (2017) es un carbohidrato ampliamente utilizado en todos los países porque su uso es muy importante en las industrias alimentarias, agroquímicas y farmacéuticas. Este carbohidrato es un polisacárido con reservas de energía vegetal y se encuentra en tubérculos, frutas, semillas y raíces. Hay dos tipos de polímeros de glucosa en el almidón: amilosa y amilopectina. La relación entre estos dos polímeros y su organización física en la estructura de partículas proporcionan propiedades fisicoquímicas, que pueden ser beneficiosas para la producción de bioplásticos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Es un tipo y diseño de investigación descriptiva - propositiva

Esquema:

La ecuación sería la siguiente:

GE: O1 \longrightarrow X \longrightarrow O2

Dónde:

O1: Cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano)

X: Proceso para tener el bioplástico

O2: Bioplástico

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Elaboración de bioplástico

Variable independiente: Cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

De acuerdo con Tamayo (2003) citado por Terán (2016) La población es un grupo de individuos idénticos. Este se define como la suma de los fenómenos a estudiar, en los que la unidad de población tiene una característica común, que se estudia y produce datos de investigación. En nuestro trabajo de investigación está conformada por todos los desechos de cáscaras de *Musa x paradisiaca* (plátano).

Muestra:

Según Ñaupas et al. (2011) citado por Terán (2016) nos indican que la muestra llega a ser el subconjunto o parte del universo o la población, que es elegido por varios métodos, pero siempre considera la representatividad del universo. En otras palabras, si la muestra cumple con las características del individuo en el universo, la muestra es representativa. En nuestro trabajo de investigación la muestra está conformada por 468g de cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano).

Muestreo:

No probabilístico, por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según Rekalde et al. (2014) La observación nos proporciona la forma o ley de comportamiento del fenómeno estudiado, la forma es como la naturaleza íntima del fenómeno, pero ésta no es una secuencia metafísica, sino física y social, es decir, se puede observar a través de experimentos.

Conuerdo con Flores, Henry y Tiglia, María (2018) el fichaje es una técnica simple de usar ya que favorece el orden bibliográfico, es un proceso de recolección de datos importantes y distribución de las ideas, ayudando en el aprendizaje de fuentes bibliográficas que pueden ser: libros, periódicos, revistas, etc. Esta técnica nos facilita juntar datos, extraer ideas y ordenarlas en un fichero ya sea concreto o virtual.

Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó los siguientes instrumentos en la investigación:

Tabla 2. *Instrumentos de elaboración de bioplástico*

Instrumentos	Marca
Balanza	-----
Licuadaora	Osterizer
Cacerola	Piaccere
Calentador	-----
Malla de	-----
serigrafía	-----

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimiento

Nuestra investigación se inició con la recolección de la cáscara de plátano, se tomó una muestra de 2.5 kilogramos de cáscara de plátano de la variedad “seda”, una vez obtenido se realizó lo siguiente: los residuos de la cáscara de plátano se le comenzó a retirar el almidón con un cutter, raspando la cascará en la parte interna, de este modo se trituró las cáscaras con 50 ml de agua en una licuadora para obtener una mezcla, por otro lado, en una cacerola agregamos 150 ml de agua ,se le añadió 50 gr maicena, 10 ml de vinagre blanco y 10 ml de glicerina, por consiguiente, se procedió a calentar a fuego lento, cabe mencionar que se puede agregar colorante natural (opcional) para añadir color a la mezcla, luego se procedió a mover de manera uniforme la mezcla para evitar la formación de brumos hasta que tome una textura espesa y de fácil movimiento.

Las dos mezclas obtenidas se introdujeron nuevamente en la licuadora donde se realizó la hibridación, eliminándose grumos obtenidos en la mezcla final. Por último, se llevó el producto a una base plana para poder darle forma colocándolo en un marco de madera de malla de serigrafía para una mejor textura del bioplástico donde se dejó secar por un periodo de 24 horas a temperatura ambiente obteniendo el producto final.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó Excel versión 2013 para la obtención de resultados y la elaboración de tablas y gráficos correspondientes al proyecto de investigación.

3.7. Aspectos éticos

En el trabajo de investigación preparado se respetó todos los derechos de autor en las citas bibliográficas como también los datos reclutados en los tratamientos de la elaboración de bioplástico que son propias de dicha investigación.

IV. RESULTADOS

En los resultados de esta investigación, se precisó todos los pasos para la elaboración de un envase biodegradable que tenga propiedades como resistencia, flexibilidad, dureza para darle utilidad, de esta manera, evitamos el uso excesivo de plásticos sintéticos, por lo que contribuimos con el cuidado y protección del ambiente.

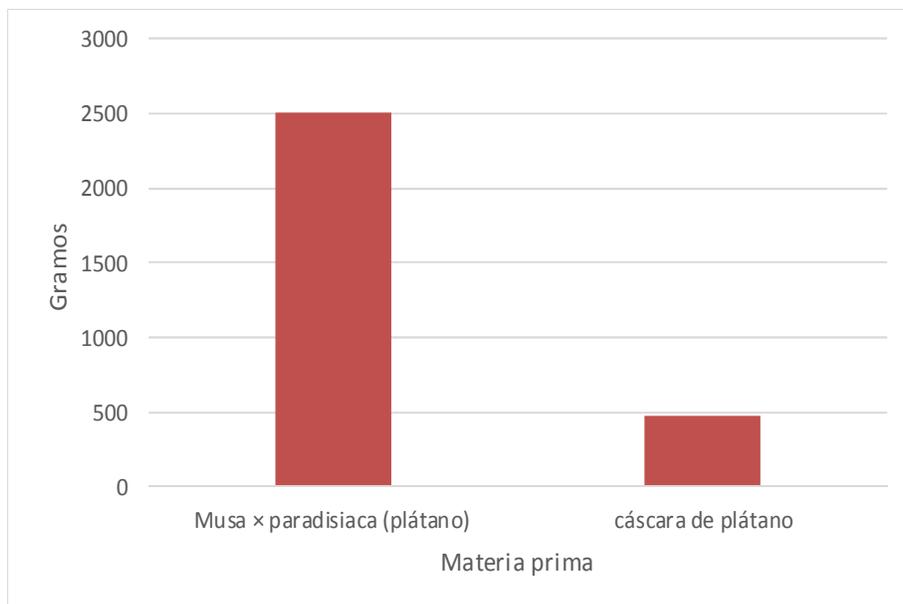


Figura 01. Recolección de la materia prima

Interpretación: Para la obtención de la cáscara de plátano se consiguió 2.5 kg de *Musa x paradisiaca* (plátano) recolectadas “En el mercado Modelo en el distrito de Chiclayo”; luego se descascaró la parte externa del plátano consiguiendo 468 g de cáscaras, para luego proceder con la elaboración del bioplástico.

Para la elaboración del bioplástico, se utilizó materiales como: glicerina, vinagre blanco, maicena, H₂O (agua) y colorante natural (opcional). La mezcla resultante en la elaboración se dispersó sobre un espacio plano en una malla de serigrafía para su secado durante 24 horas a temperatura ambiente.

Tabla 3. Fórmulas usadas para la elaboración del bioplástico

Experimento	Parámetros					Temperatura
	Cáscara (gr)	Glicerina (ml)	Vinagre blanco (ml)	H2O (ml)	Maicena (gr)	
1	145 gr	10 ml	10 ml	250 ml	50 gr	24 h temperatura ambiente
2	154 gr	10 ml	10 ml	200 ml	50 gr	24 h temperatura ambiente
3	169 gr	10 ml	10 ml	150 ml	50g	24 h temperatura ambiente

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se realizó 3 procedimientos para la elaboración del bioplástico, cada uno con el fin de obtener bioplástico apto para ser usado, como se puede observar en la tabla 3 los procedimientos de cada muestra fueron consecutivos, aumentando los gramos de cáscara de plátano y disminuyendo la cantidad de agua. La muestra tres fue la indicada al proceso del bioplástico, ya que tuvo mejor firmeza por reducción de agua al separarlo de la malla de serigrafía.

Ya finalizado la elaboración del bioplástico obtenido, se procedió a evaluar los ensayos de biodegradabilidad, este proceso tuvo una duración de siete días respectivamente.

Tabla 4. Evaluación de biodegradabilidad de muestra

Biodegradabilidad	Medida de la muestra	Día 1	Día 3	Día 5	Día 7
Tierra	Largo	5	5	4.9	4.7
	Ancho	5	5	5	4.9
Agua	Largo	5	5	4.7	0
	Ancho	5	5	4.7	0
Temperatura ambiente	Largo	5	5	5	5
	Ancho	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 4 se puso tres muestras de bioplástico respectivamente, donde se procedió a evaluar la biodegradabilidad de cada muestra durante 7 días; cada una de ellas se colocó en suelo húmedo, agua, y temperatura ambiente consecutivamente; las tres muestras midieron 5 cm de largo y ancho. Se pudo observar que, en 7 días, la muestra en suelo húmedo se degradó mínimamente, la muestra en agua en el último día se rompió (Ver anexo 7) y la muestra en temperatura ambiente no se degradó nada.

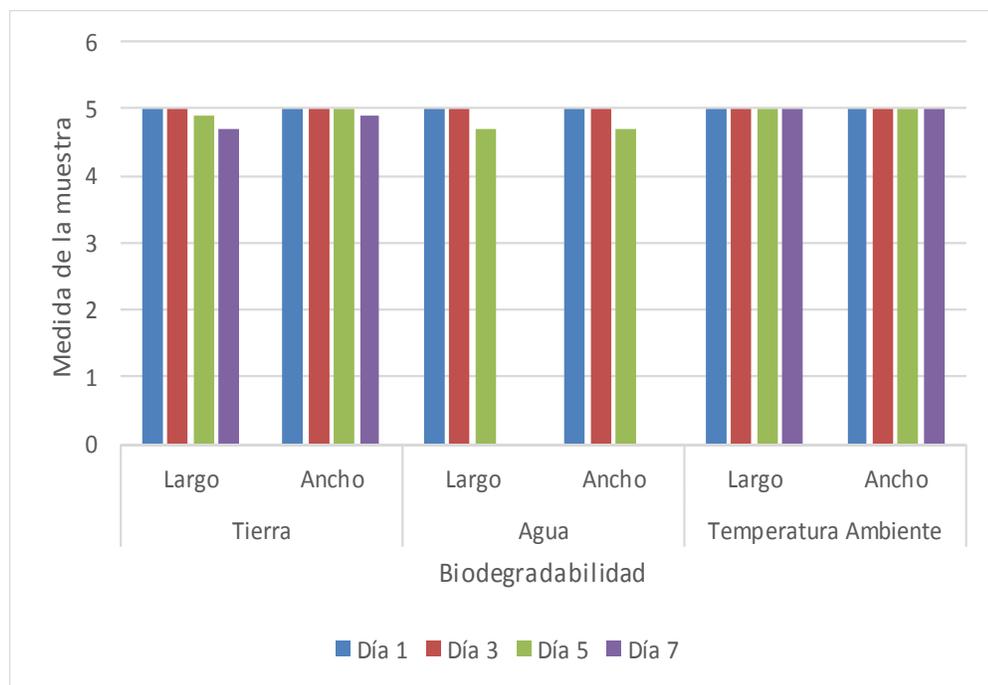


Figura 02. Evaluación de la biodegradabilidad en tres muestras

Por último, una vez que se completó el proceso de elaboración del bioplástico, cabe mencionar que el producto de la mezcla en la elaboración se colocó

firmemente sobre un marco de madera de malla de serigrafía, ya que, esta tela permite que la mezcla quede plana, para luego de las 24 horas de secado pueda ser despegada fácilmente de la malla. Se fabricó un pequeño envase en forma de sobre de 20 cm de largo y 8.5 de ancho, con buenas características como resistencia, flexibilidad y dureza.



Figura 03 : Modelo de recipiente a escala pequeña con el bioplástico obtenido

V. DISCUSIÓN

Los bioplásticos elaborados a partir de residuos orgánicos tienen la capacidad de ser usados actualmente, ya que tienen características similares a los plásticos sintéticos como dureza, resistencia, elasticidad y estos biopolímeros tienden a degradarse en corto tiempo, de esta manera se contribuye en el cuidado y protección del medio ambiente, por lo tanto, se comparó la elaboración del bioplástico con diferentes trabajos previos del trabajo de investigación.

De esta manera observando la investigación de Llerena y Monzón (2017) donde realizaron su proyecto de investigación sobre la elaboración de un bioplástico usando residuos orgánicos como almidón de arroz quebrado y queratina de las plumas de pollo reforzándolos con la cáscara de mango; en su investigación usaron una malla de serigrafía para el secado del producto; concuerdo con estos autores en usar esta malla, ya que, es la más adecuada para el secado del bioplástico porque te permite el fácil moldeo y no se adhiere a esta tela después de extraerla. En nuestro trabajo de investigación se vio fortalecido por esta malla, resultando ser una opción favorable para la fabricación del bioplástico.

Por otro lado, con las investigaciones de Amri A. et al. (2018), M. Lubis et al. (2017), Maulida et al. (2018), Llerena y Monzón (2017) y Lama (2018) en su elaboraciones de bioplásticos usaron glicerina o también llamado “glicerol”, este producto le favorece al bioplástico proporcionándole flexibilidad, ya que, este producto natural tiene propiedades plastificantes; la glicerina es muy usada en todas las elaboraciones de biopolímeros convirtiéndose en uno de los materiales más importantes en el procedimiento de fabricación.

Con respecto a los ensayos de biodegradabilidad según Meza (2016), en su trabajo de investigación sobre la elaboración de bioplástico a partir de almidón de papa realizaron un método de biodegradabilidad en base a la norma ISO 17556; por consiguiente las muestras a ensayar fueron el bioplástico elaborado, polietileno de baja densidad como control negativo y celulosa como control

positivo, de modo que usaron compost como medio de degradación; antes de evaluar la biodegradación de las muestras, ejecutaron un análisis de laboratorio que consistió en analizar el porcentaje de carbono en las muestras a ensayar, por lo que tuvieron que cambiar la celulosa por papel filtro sin ceniza como nuevo control positivo.

Finalmente, obtuvieron resultados favorables en la biodegradación del bioplástico, ya que el suelo presentaba 29.06 % de materia orgánica. En la presente investigación se usó método simple de biodegradación que consistió en poner las muestras en agua, suelo húmedo y temperatura ambiente respectivamente en un plazo de 7 días, no se observó resultados satisfactorios de biodegradación por ser un corto periodo de tiempo.

Conuerdo con las investigaciones de Pimentel y Piscoya (2017) y Bejarano (2018) de que las grandes empresas ya están tomando medidas sobre el uso de bioplásticos, estando obligadas a implementar nuevos métodos o tecnologías para fabricar estos biopolímeros que tengan las propiedades necesarias para su uso. Estos bioplásticos son elaborados a base de residuos orgánicos teniendo gran porcentaje de almidón, esta sustancia es importante en la elaboración, pues tienen propiedades necesarias para el bioplástico.

En el presente trabajo de investigación se elaboró un bioplástico casero a base de residuos de *Musa x paradisiaca* (plátano), por lo que no se obtuvo tecnología necesaria para fabricar un modelo eficiente; por otro lado, el bioplástico fabricado con residuos de plátano elaborado en la presente investigación alcanzó a tener propiedades de flexibilidad y resistencia para ser usado en el hogar.

Por lo tanto, como se mencionó en las anteriores investigaciones, la mayoría de trabajos de investigación elaboraron su producto con “almidón”, esta es una macromolécula que se compone por dos celulosas: amilosa y amilopectina, por lo tanto, el almidón le proporciona al bioplástico propiedades como flexibilidad,

resistencia y dureza, muchas investigaciones como M. Iubis et al. (2017), Maulida et al. (2018), Amri A. et al. (2018), Ruiloba et al. (2018), Iguardia (2013), Llerena y Monzón (2017) y Meza (2016), elaboraron sus bioplásticos con este celulosa, ya que saben que tiene beneficios para su bioplástico. Con la ayuda de laboratorio analizaron con exactitud las propiedades de su bioplástico, realizando varios procesos y métodos como tracción y elongación para medir el grosor del bioplástico, ensayos de espectrofotometría infrarroja para analizar el comportamiento de vibración de almidón en la elaboración de bioplástico; y por último el ensayo de biodegradabilidad, donde analizaron las muestras de bioplástico, evaluando el dióxido de carbono acumulado, el porcentaje de biodegradación de la celulosa y por último evaluaron el peso perdido del bioplástico con un periodo de 100 días aproximadamente.

En el presente trabajo de investigación, se elaboró un bioplástico casero solo con las cáscaras de *Musa x paradisiaca* (plátano) dejando de lado el almidón del endocarpio del plátano, ya que, no teníamos a nuestra disposición laboratorio para elaborar nuestro bioplástico, ni determinar la biodegradación de dicho producto, por lo tanto, solo se usó de métodos caseros y básicos para la fabricación del bioplástico a partir de la cáscara de plátano y se evaluó la biodegradabilidad del producto de forma natural durante un periodo de siete días, a comparación de los trabajos de investigación en mis antecedentes.

VI. CONCLUSIONES

1. Los desechos orgánicos en los mercados se acumulan excesivamente, es por eso que es necesario darle un uso adecuado para que puedan ser reaprovechados. De esta forma se recolectó cáscaras de *Musa x paradisiaca* (plátano) en el mercado Modelo, Chiclayo con el fin de fabricar un bioplástico apto para su uso. A través de los actuales programas de segregación pueden traer oportunidades para su elaboración en forma comercial.
2. La elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) es realizable y eficaz, además, no se requiere de materiales ni insumos que demandan de un costo elevado, por lo tanto, es una alternativa viable y amigable con el cuidado y protección del medio ambiente, de modo que el bioplástico es apto para ser usado como biopolímero alternativo.
3. En el ensayo de biodegradabilidad del bioplástico de cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano) se pudo concluir que las muestras en tierra, agua y temperatura ambiente, la degradación en 7 días no se observó resultados satisfactorios, ya que, se evaluó la biodegradabilidad en poco tiempo.
4. Finalmente, con el producto en la elaboración de bioplástico se logró fabricar un envase biodegradable, de modo que resultó fácil darle forma de sobre con una medida de 20 cm de largo y 8.5 cm de ancho, ya que, gracias a la malla de serigrafía, el producto de bioplástico se pudo despegar fácilmente de esta tela.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las empresas, instituciones (públicas y privadas) desarrollen proyectos de investigación respecto a los bioplásticos a partir de materiales orgánicos, ya que, éstos se degradan en poco tiempo, de esta manera se contribuye con el cuidado del ambiente y salud de las personas.
2. Ejecutar diferentes estudios sobre biodegradabilidad de los bioplásticos donde se precise en qué tiempo se degradará el producto y analizar qué impactos pueden causar éstos en el ambiente.
3. Se sugiere descubrir más alternativas de solución respecto al uso desmedido de los plásticos sintéticos, ya que, éstos causan graves impactos negativos provocando daños y deterioros en los ecosistemas, especialmente los marinos.
4. Respecto a la elaboración del bioplástico, se sugiere usar un marco de madera de malla de serigrafía para el secado del producto, ya que, esta malla te permite el fácil moldeo de la mezcla dispersada en dicha tela.

REFERENCIAS

Americaeconomía. ONU destaca iniciativas de Latinoamérica contra el uso de bolsas de plástico. [En línea] 04 de Junio de 2018.

Disponible en <https://www.americaeconomia.com/politica-sociedad/sociedad/onu-destaca-iniciativas-de-latinoamerica-contra-el-uso-de-bolsas-de-plástico>.

BEJARANO Martínez, Naldy. Estudio de las propiedades mecánicas de un biopolímero a partir del contenido de almidón de cáscara de plátano. Tesis (Para obtener grado el título de profesional de Ingeniera de materiales). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Escuela profesional de Ingeniería de Materiales, 2018. 102 pp.

CÁRDENAS Freire, Marcos. Extracción de almidón a partir de residuos de banano (*Musa paradisiaca*) para la elaboración de un biopolímero. Tesis (Para obtener el grado de Ingeniero en Biotecnología de los Recursos Naturales). Cuenca: Universidad de Politécnica Salesiana, Escuela profesional de Biotecnología de los Recursos Naturales, 2018. 110 pp.

CASALLAS Malaver, Luisa. Evaluación del análisis fisicoquímico del banano común (*Musa sapientum l*) transformado por acción de la levadura *Candida guilliermondii*. Tesis (Para obtener el grado de Microbióloga industrial y nutricionista dietista). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de ciencias, 2010. 34pp.

Crafting bioplastics: Materially reconfiguring everyday food practices por Aleksejeva Jekaterina [et al]. Revista de conferencia de investigación a través del diseño (Dinamarca) [en línea]. Marzo del 2019.

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/332093971_Crafting_Bioplastics_Materially_Reconfiguring_Everyday_Food_Practices

Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango por Ruiloba Ivanova [et al]. Revista de iniciación científica (Panamá) [en línea]. Junio 2018, n°.4. [Fecha de consulta: 23 de Junio de 2018].

Disponible en <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1815/2625>
ISSN: 2412-0464

ELÍAS, Rodolfo. Mar del plástico: Una revisión del plástico en el mar. Revista de Investigación y desarrollo pesquero [en línea]. Diciembre 2015, n. °27. [Fecha de consulta 07 de Mayo de 2020].

Disponible en https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDEP27_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y

European Bioplastics. www.european-bioplastics.org. [En línea] [Fecha de consulta el: 18 de 10 de 2019.]

Disponible en <https://www.european-bioplastics.org/about-us/>.

Extracción de almidón a partir de residuos de piel de plátano por Lambis Henry [et al]. Revista de educación en ingeniería (Cartagena) [en línea]. Octubre del 2015, [Fecha de consulta: 19 de Octubre de 2019].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/303541238_Extraccion_de_almidon_a_partir_de_residuos_de_piel_de_platano

FERNANDEZ Morales, José y VARGAS Romero, Paola. Elaboración de un plan de negocios para determinar la factibilidad de la producción de bioplásticos a partir de papa en contra de la contaminación en Colombia. Tesis (Para obtener el grado de Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, 2015. 140 pp.

FLORES Córdova, Henry y TIGLIA Alva, María. Resiliencia y sus características en los padres de familia, Chota 2014. Tesis (Para obtener el grado de Licenciado en educación: filosofía y teología). Chiclayo: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Humanidades, 2018. 60 pp.

GALINDO Gonzáles, Gaby. Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción. Tesis (Para obtener el grado de Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Católica San Pablo, Facultad de Ingeniería y Computación, 2018. 133 pp.

GÓMEZ SERRATO, José. Diagnóstico del impacto del plástico-botellas sobre el medio ambiente: un estado del arte. Tesis (Para obtener el grado como Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales). Cundinamarca: Universidad Santo Tomás, Facultad de Ciencias y Tecnologías, 2016. 81 pp.

GORGONIO López, Tolentino. Ventajas y desventajas de los plásticos degradables para su aplicación en la agricultura sustentable o ecológica. Tesis (Para obtener el grado de especialización en química aplicada). Coahuila: Centro de investigación en química aplicada, Especialización en química aplicada, 2012. 115 pp.

IGUARDIA Arrivillaga, Carlos. Síntesis y caracterización de bioplástico a partir de almidón de banano verde (*Musa Sapientum variedad Cavendish*). Tesis (Para optar el grado de Químico Farmacéutico). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de ciencias químicas y farmacia, 2013. 121 pp.

JIMENEZ Cardona, Juan. Análisis del bioplástico de banano desde la perspectiva del diseño industrial para posible aplicación en diseño del producto. Tesis (Para obtener el grado de Diseñador Industrial). Medellín: Universidad de San Buenaventura Colombia, Facultad de artes integradas, 2019. 62 pp.

LAMA Guadimus, Jorge. Elaboración de bioplástico aprovechando la pectina presente en la cáscara de naranja Valencia (citrus x Sintesis) reforzado con almidón de yuca a nivel de laboratorio-UCV Sede Lima Norte 2018. Tesis (Para optar por el grado de Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2018. 125 pp.

LLERENA Gonzales, José y MONZÓN Martínez, Lalo. Elaboración de un envase biodegradable a partir de almidón obtenido de arroz quebrado (*Oryza sativa*), queratina obtenida de residuos avícolas (plumas) fortificado con residuos de cáscaras de mango (*Mangifera indica*). Tesis (Para obtener el grado de Ingeniero Biotecnólogo). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Facultad de ciencias farmacéuticas, bioquímicas y biotecnológicas, 2017. 151 pp.

MAULIDA, SIAGIAN M y TARIGAN P. Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer. Revista de física [et al]. Abril 2016, n. °1. [Fecha de consulta: 7 de Noviembre de 2019].

Disponible

en

https://www.researchgate.net/publication/301945789_Production_of_Starch_Base_d_Bioplastic_from_Cassava_Peel_Reinforced_with_Microcrystalline_Cellulose_Avicel_PH101_Using_Sorbitol_as_Plasticizer

ISSN: 1742-6596

Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis por Ñaupas Humberto [et al.]. Lima: Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2011. 455 pp.

ISBN: 978-958-762-188-4

MEZA Ramos, Paola. Elaboración de bioplástico a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. Tesis (Para optar por el grado de Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, 2016. 116pp.

MÓRTOLA, Cecilia. Bolsas de plástico y lazos sociales. Notas de campo sobre reciclaje. Revista de ciencias sociales [en línea]. Enero – Marzo 2011, n. °48. [Fecha de consulta 15 de Junio de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4959/495950244001.pdf>

ISSN: 1696-7348

PIMENTEL Chiquilín, Katherine y PISCOYA Valdivieso, Diana. Expectativas del uso de envases de bioplásticos para incluir a nuevos mercados por las empresas frutícolas exportadoras del departamento de Lambayeque en base al desarrollo sostenible en el año 2015. Tesis (Para optar el grado de Licenciado y comercio de negocios internacionales) Lambayeque: Universidad Pedro Ruíz Gallo, Facultad de ciencias económicas, administrativas y contables, 2017. 156 pp.

PIZÁ, Hamlet [et al]. Análisis experimental de la Elaboración de Bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una Línea de Producción Alternativa para las Chifleras de Piura, Perú. Tesis (Para optar el grado de Ingeniería Industrial). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2017. 108 pp.

Production of bioplastic from jackfruit seed starch (*Artocarpus heterophyllus*) reinforced with microcrystalline cellulose from cocoa pod husk (*Theobroma cacao* L) using glycerol as plasticizer por Lubis, M [et al]. Revista de ciencia e ingeniería de materiales [en línea]. Febrero 2018, n. °2. [Fecha de consulta: 17 de Octubre de 2019].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/323499589_Production_of_bioplastic_from_jackfruit_seed_starch_Artocarpus_heterophyllus_reinforced_with_microcrystalline_cellulose_from_cocoa_pod_husk_Theobroma_cacao_L_using_glycerol_as_plasticizer

ISSN: 1757-899X

Properties enhancement of cassava starch based bioplastics with addition of graphene oxide por Amri Amun [et al]. Revista de ciencia e ingeniería de materiales [en línea]. Abril 2018, n. °1. [Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2019].

ISSN: 17757-899X

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/345/1/012025>

REKALDE, Itziar, VIZCARRA, María y MACAZAGA, Ana. La observación como estrategia de investigación para construir contextos de aprendizaje y fomentar procesos participativos. Revistas de la Facultad de investigación [en línea]. Enero del 2014, n. °1. [Fecha de consulta 16 de Mayo de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70629509009>

ISSN: 1139-613X

RODRIGUEZ, Ariel. Biodegradabilidad de materiales bioplásticos. Ciencia y tecnología de alimentos. Revista de Ciencia y tecnología de alimentos [en línea]. Noviembre 2012, n. °1. [Fecha de consulta: 15 de Septiembre de 2019].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/328676031_Biodegradabilidad_de_materiales_bioplasticos

ISSN: 0864-4497

SÁNCHEZ Hernández, Kevin. Comparación de la calidad de bioplásticos obtenidos del almidón de los residuos de papa y camote de restaurantes del mercado central del distrito de Independencia. 2017. Tesis (Para optar por el grado de título profesional de Ingeniería ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2017. 115 pp.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4.ª ed. México, 1994. 175 pp.

ISBN: 968-18-5872-7

TERÁN Guevara, Keny. Actualización del plan estratégico para incrementar la colocación de créditos de la caja Maynas en la ciudad de Cajamarca, 2016. Tesis (Para optar por el grado de Ingeniero Empresarial). Cajamarca: Universidad César Vallejo, Facultad de ciencias empresariales, 2016. 59 pp.

Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico por López, Javier [et al]. Revista de Colombiana de investigaciones agroindustriales (Colombia) [en línea]. Diciembre 2014 n. °1. [Fecha de consulta: 1 de Octubre de 2019].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/320221203_Usos_potenciales_de_la_casca_de_banano_elaboracion_de_un_bioplastico

YAMUNAQUÉ, Kevin [et al]. Diseño de un sistema productivo para la obtención de bolsa7s biodegradables a partir del almidón de yuca en la empresa Polímeros del Norte S.A.C. Tesis (Para obtener el grado de Ingeniero Industrial). Piura: Universidad de Piura, Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas, 2018. 102 pp.

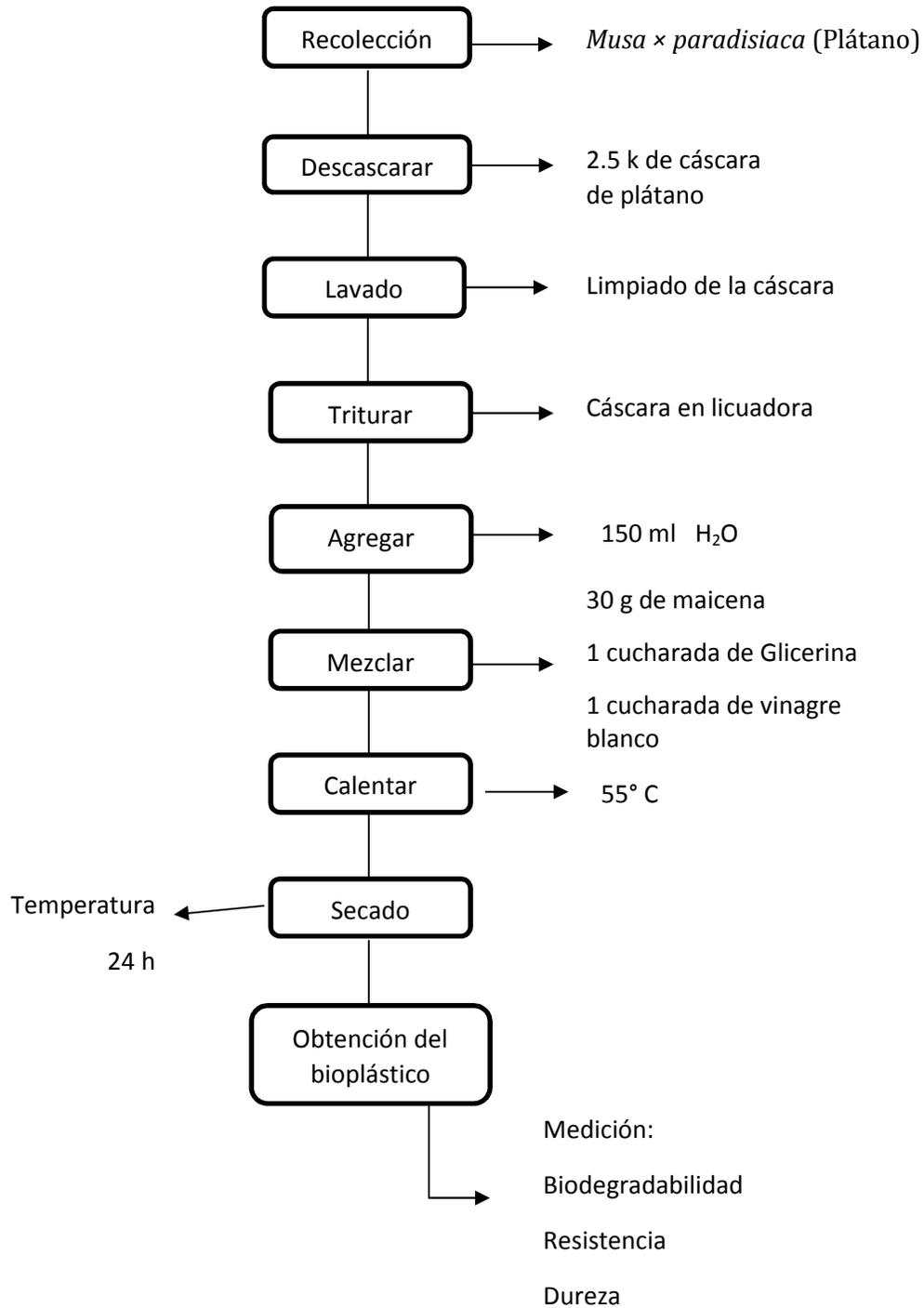
Anexos

Anexo 1: Operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<p style="text-align: center;">VD</p> <p style="text-align: center;">Elaboración de bioplástico</p>	<p>Es un parecido al plástico sintético, pero está compuesto por residuos orgánicos y tiende a degradarse en corto tiempo.</p>	<p>Se fabrica un bioplástico optativo originado de la Cáscara de <i>Musa x paradisiaca</i> (plátano) que pasa por distintos procesos</p>	<p>Tamaño</p> <p>Resistencia</p> <p>Biodegradabilidad</p> <p>Dureza</p>	Razón
<p style="text-align: center;">VI</p> <p style="text-align: center;">Cáscara de <i>Musa x paradisiaca</i> (plátano)</p>	<p>Parte externa de la fruta tropical <i>Musa x paradisiaca</i> (plátano) que tiene una única clase color amarillento</p>	<p>Se pela la cáscara de <i>Musa x paradisiaca</i> (plátano) recolectada para así fabricar el envase de bioplástico.</p>	<p>Peso</p> <p>Color</p> <p>Limpieza</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Diagrama de flujo de la elaboración de bioplástico usando la cáscara de *Musa x paradisiaca* (plátano)



Anexo 3: Materia prima para elaboración de bioplástico

Materia prima



Descascarado



Limpiado de cáscaras



Anexo 4: Materiales e instrumentos para elaboración de bioplástico

Maicena, vinagre blanco y glicerina



Malla de serigrafía



Licudora y cacerola



Anexo 5: Elaboración de bioplástico

Mezcla de materiales



Calentado de materiales



Triturado de cáscaras



Anexo 6: Bioplástico

Secado del bioplástico a 24 h temperatura ambiente



Bioplástico obtenido



Anexo 7: Ensayo de biodegradabilidad del bioplástico en suelo húmedo, agua y temperatura ambiente

Muestra en agua



Muestra en suelo húmedo



Muestra en temperatura ambiente



Ruptura de la muestra en agua

